

アルゼンチン国立工業技術院（INTI）
ブラジル国立技術院（INT）
ブラジル国立工業品質基準度量衡院（INMETRO）
ブラジル国サンパウロ州食品センター包装技術セクション（CETEA）
パラグアイ国立基準技術院（INTN）
ウルグアイ国技術研究所（LATU）

アルゼンチン、ブラジル、パラグアイ、ウルグアイ国 メルコスール域内産品流通のための 包装技術向上計画調査

最終報告書

平成 19 年 3 月
(2007 年 3 月)

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

委託先
ユニコ インターナショナル株式会社

経済

JR

07-029

序 文

日本国政府は、アルゼンチン国、ブラジル国、パラグアイ国、ウルグアイ国政府の要請に基づき、メルコスール域内産品流通のための包装技術向上計画に係わる調査を実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施いたしました。

当機構は、平成 16 年 11 月から平成 19 年 3 月まで、ユニコ インターナショナル株式会社コンサルタント設楽知靖氏を団長とし、同ユニコ インターナショナル株式会社から構成される調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、アルゼンチン国、ブラジル国、パラグアイ国、ウルグアイ国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、我が国並びに各国間の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援を戴いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 19 年 3 月

独立行政法人国際協力機構

理事 伊沢 正

独立行政法人 国際協力機構

理事 伊沢 正 殿

伝 達 状

「アルゼンチン、ブラジル、パラグアイ、ウルグアイ国メルコスール域内産品流通のための包装技術向上計画調査」を終了いたしましたのでここに報告書を提出申し上げます。

本調査の目的は、メルコスール加盟 4 ヶ国、即ちアルゼンチン、ブラジル、パラグアイ、ウルグアイの主要輸出製品(食品加工品のうちの乳製品、家庭電化製品のうちの白物家電)を対象として、それらのメルコスール域内における陸上輸送時における環境を調査し、収集データ・情報を基に製品の破損原因の分析を行い、適正な輸送包装の設計のための包装試験評価基準(暫定版)を策定することで、初めての「広域協力支援」という形態を意識の基本に位置付け、限られた時間内に目的に向かっての技術レベルの底上げに努めました。

その戦略的方策として実施したのが、Administration と Technical の Sensitive Item を整理し、各カウンターパートと論議して調査プロセスを確認し、「巡回技術指導」と「ワークショップ」を核として OJT 方式を実行する課程で「4 ヶ国合同会議」、「4 ヶ国合同技術研修」、「デモンストレーションテスト」及び「本邦技術研修」をタイムリーに絡めて、効果を期待した結果、比較的短期間で各国カウンターパートの人材をターゲットへ向かって軌道に乗せることが出来ました。

もう一つの特徴は民間協力企業の協力をあげなければなりません。これは調査の対象製品は民間企業が生産し、工場から輸送手段を使って消費者へ届けるというプロセスで調査に当って輸送環境調査のデータ収集において、調査団、カウンターパート、協力企業、3 者の協調は不可欠であり、この協調が成功したと考えております。そして提言では包装試験評価基準値(暫定版)の策定から一歩前進してのメルコスール包装規格(ガイドライン)の提言、そして継続的レベル向上構想としてのメルコスール規格の Authorization を確立すること。もう一つの提言はデータベースの域内共有と維持管理を目的とする「メルコスール地域データベース共有センター構想」です。これは既存データの更新、対象製品の拡大を目的に収集・解析の拡大、そして他分野への拡張、例えば輸送インフラ計画への発信、あるいはメルコスール域外への輸送包装データの発信等が望まれます。

調査を終えるに当たりまして、提言に対しメルコスール包装規格(ガイドライン)の Authorization 申請についてはパラグアイとブラジルが積極的に準備をしていることと、データベース共有センター構想についてはブラジルのカウンターパート 2 機関が検討に入っていること。さらに 4 ヶ国のカウンターパート 6 機関の育成された人材が何れも輸送環境調査のデータ収集・解析が出来るようになったことと、試験基準を活用して評価試験が可能となり、改善包装設計のアドバイスへと結びつくことが喜ばしいことです。

最後に、本調査の実施に当たりまして、貴機構、外務省、経済産業省、現地大使館、総領事館、各位から受けました貴重なご指導とご支援に感謝申し上げます。更にメルコスール地域対象4ヶ国、アルゼンチン、ブラジル、パラグアイ、ウルグアイの政府、省庁並びにカウンターパート機関 INTI、INT、INMETRO、CETEA、INTN、LATU の各位、そして4ヶ国の民間協力企業各位へ、本調査のご協力に心より厚く御礼申し上げます。

2007年3月

独立行政法人 国際協力機構

アルゼンチン、ブラジル、パラグアイ、ウルグアイ国メルコスール域内産品流通のための包装技術向上計画調査調査団総括

ユニコ インターナショナル株式会社

設楽 知靖



略語表

Abbreviation	Description
AD Converter	Analog-digital converter
AMN	Asociación Mercosur de Normalización
AMS	Mercosur Standardization Association
ANTT	Inland Transportation National Agency (Brazil)
AR	Argentina
BR	Brazil
C/P	Counterpart
CAN	Andean Community
CARICOM	Caribbean Community and Common Market
CEPAL	Latin America Economic Committee
CETEA	Packaging Technology Center (of ITAL) (Sao Paulo, Brasil)
CSM	Packaging Sector Committee
DER SMART	Commercial brand of sensors of Yoshida Seiki Corp. (Japan)
DINATRAN	Inland Transportation National Office (Paraguay)
DNV	Road Transportation National Office (Argentina)
DUMMY	"dummy" load
EPS	Expanded polystyrene
G	Gravity Acceleration
GMT	Greenwich Mean Time
GNP	Gross National Product
GPS	Global Positioning System
Grms	Gravity-root means square (Vibrational Energy Unit (root means square over a frequency range))
IBGE	Geography and Statistic Institute of Brazil
IDB	Interamerican Development Bank
IMF	International Monetary Fund
INDEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INMETRO	National Institute of Metrology and Standardization and Industrial Quality (Brazil)
INT	Technology National Institute (Brazil)
INTI	Industrial Technology National Institute (Argentina)
INTN	Technology and Standardization National Institute (Paraguay)
JBIC	Japan Bank for International Cooperation
JETRO	Japan External Trade Organization
JICA	Japan International Cooperation Agency
LATU	Technology Laboratory of Uruguay (Uruguay)
MATCH	Term used for indicating "matching" with GPS system
NAFTA	North American Free Trade Agreement
PE	Poly ethylene
PSD	Power Spectrum Density (energy parameter for vibration tests)
PY	Paraguay
PyMEs	Small and Medium size enterprises
RN XX	Code of National Route
RP XX	Code of Provincial Route
SAVER	Commercial brand of sensors of Lansmont (USA)
SECEX	Brazilian Foreign Trade Secretariat
TEU	Twenty Feet Equivalent Unit
TG	Technical Guidance
USD	US dollars
UY	Uruguay
WS	Workshop
WTO	World Trade Organization

目 次

第1章 調査の対象範囲.....	1-1
1.1 上位目標	1-1
1.2 対象範囲	1-1
1.3 広域協力の意義.....	1-3
1.4 調査プロセスの概要.....	1-5
1.5 業務実施体制.....	1-6
第2章 調査対象製品.....	2-1
2.1 貿易動向	2-1
はじめに.....	2-1
2.1.1 メルコスール域内及び域外貿易の推移	2-2
2.1.2 ターゲットとしての対象製品の貿易動向.....	2-3
2.1.2.1 アルゼンチンの乳製品生産とその貿易推移.....	2-3
2.1.2.2 アルゼンチンの家庭用冷蔵庫、冷凍庫、エアコン生産の推移.....	2-5
2.1.2.3 ブラジルの家電用電化製品の動向について.....	2-5
2.2 調査対象製品と協力企業.....	2-7
2.2.1 食品加工品(乳製品)	2-9
2.2.2 家庭電化製品.....	2-10
第3章 調査実施の設備・機材.....	3-1
3.1 既存機材活用計画.....	3-1
3.1.1 各カウンターパート研究所既設設備活用計画.....	3-1
3.1.1.1 概要.....	3-1
3.1.2 最適包装設計を実施する際に必要な試験用機材	3-1
3.1.3 包装資材に係る試験用機材	3-1
3.1.4 JICA 南南協力プロジェクト機材活用.....	3-5
3.2 輸送環境調査計測機材.....	3-7
3.2.1 包装開発の基本的な流れ(5ステップ)	3-7
3.2.2 輸送環境試験用デジタル衝撃記録計.....	3-8
3.2.3 振動波形の記録	3-9
3.2.4 GPS 機器との連携.....	3-11
3.2.5 振動計測と輸送試験規格	3-11
3.2.5.1 センサーの取り付け位置.....	3-12
3.2.5.2 X、Y、Z 方向の振動レベル	3-12
3.2.5.3 日本の道路の振動レベル.....	3-13
3.2.5.4 実振動計測結果から試験規格制定への手順	3-14
3.2.5.5 振動試験規格の例.....	3-16

3.2.6	衝撃計測と試験規格	3-16
3.2.6.1	ダミー貨物	3-16
3.2.6.2	加速度から落下高さへの変換	3-17
3.2.6.3	試験品の選定	3-19
3.2.6.4	包装品の質量と落下高さの関係	3-20
3.2.6.5	落下試験規格の例	3-21
3.2.7	DER-SMART 機材	3-22
3.2.7.1	対象製品と使用トラック	3-24
3.2.7.2	輸送環境調査機材仕様	3-25
3.2.8	SAVER3X90 機材	3-27
3.2.8.1	機材「SAVER3X90」の操作について	3-27
3.2.8.2	初期設定を SAVER3X90 本体へ転送	3-34
3.2.8.3	SAVER3X90 の、計測開始と終了手順	3-35
3.2.9	本格輸送環境調査への教訓	3-36
3.2.9.1	記録すべき項目のリスト作成	3-36
3.2.9.2	長距離国境通過調査対策	3-37
3.2.9.3	携行すべき装備や工具類について	3-37
3.3	ラボラトリーテスト用機材	3-38
第4章 輸送環境調査		4-1
4.1	協力企業の選定	4-1
4.2	対象輸送経路の選定	4-2
4.3	輸送環境調査収集データ	4-6
4.4	収集データの解析	4-7
4.4.1	DER-SMART 機材解析手順	4-7
4.4.2	SAVER3X90 機材解析手順	4-20
4.4.3	輸送環境と計測データの概観	4-22
4.5	調査対象品破損の状況と破損率	4-25
4.5.1	包装不良状況	4-26
4.5.2	過剰包装による損失額	4-27
4.5.3	製品破損による損失額	4-28
第5章 輸送環境調査データの蓄積及び分析		5-1
5.1	メルコスール・データベース構築	5-1
	はじめに	5-1
5.1.1	データベースの用途	5-1
5.1.2	利用者層の拡大とそれへの対応の必要性	5-2
5.1.3	有用なデータベースとは	5-2
5.2	データベース作成上の留意点	5-3
5.2.1	データベースの構成	5-3

5.2.2	閲覧ソフトと検索エンジン	5-4
5.2.3	HTML ファイルの設計	5-4
5.2.4	ラボラトリーテスト、実送道路状況等の情報としての質の維持	5-5
5.3	データベース作成後から公開まで	5-6
5.3.1	リンク及び文法チェック	5-6
5.3.2	ブラウザによる見え方の相違の修正	5-6
5.3.3	DNS(Domain Name Server) 参照機能の功罪	5-6
5.4	データベースの公開以後	5-7
5.4.1	ウェブサイトの周知法	5-7
5.4.2	サーバマシンの維持・管理	5-7
5.4.3	データ更新の際の留意点	5-8
5.4.4	利用者との交流	5-9
5.5	著作権について	5-10
5.5.1	著作権の告知／利用案内	5-10
5.5.2	有料か無料か	5-10
第 6 章 包装試験基準値設定(ガイドライン)		6-1
6.1	基準値設定の手順	6-1
6.1.1	落下試験	6-19
6.1.2	振動試験	6-20
6.2	包装試験基準値(ガイドライン)	6-23
6.2.1	インテリムレポートまでの検証結果	6-23
6.2.2	各国単独と地域組合せ包装試験基準値策定検証	6-28
6.2.2.1	包装試験評価基準値(ガイドライン)策定への議論	6-28
6.2.2.2	詳細ディスカッションと結論	6-28
6.2.3	包装試験評価基準値(ガイドライン)策定検証結果	6-31
6.3	包装設計ガイドライン	6-39
6.3.1	JIS との比較	6-41
6.3.1.1	工業包装に関する JIS	6-41
6.3.1.2	JIS、ISO に準拠する乳製品の輸送貨物試験評価	6-45
6.3.2	AMN(メルコスール規格協会)の組織・機能	6-52
6.3.2.1	メルコスール規格協会機能の現状	6-52
6.3.2.2	メルコスール共通規格承認への手順	6-57
6.3.3	メルコスール共通規格(案)	(6.3.3.1)-1
6.3.3.1	包装貨物の記号表示方法	(6.3.3.1)-1
6.3.3.2	包装貨物－試験の前処置	(6.3.3.2)-1
6.3.3.3	包装貨物及び容器－圧縮試験方法	(6.3.3.3)-1
6.3.3.4	包装貨物の落下試験方法(案)	(6.3.3.4)-1
6.3.3.5	包装貨物の振動試験方法(案)	(6.3.3.5)-1

6.4	包装試験基準値(ガイドライン)のデータベース(DB)への入力	6-60
第7章	包装設計と包装試験の実施	7-1
7.1	包装設計の手順	7-1
7.1.1	家電製品の商品コンセプトと包装設計	7-1
7.1.2	家電製品の物流環境ストレス分析	7-3
7.1.3	家電製品の製造ラインと包装	7-5
7.1.4	乳製品の包装設計	7-5
7.2	包装材料	7-8
7.2.1	フレキシブル包装用フィルム	7-8
7.2.1.1	基材フィルム	7-8
7.2.1.2	シーラントフィルムの必要な性能	7-9
7.2.1.3	シーラントフィルムの種類	7-11
7.2.1.4	間材とフィルム構成	7-12
7.2.2	アルミ箔	7-13
7.2.3	蒸着フィルム	7-15
7.2.4	段ボール	7-16
7.2.5	収縮フィルム	7-21
7.2.5.1	収縮フィルムの種類	7-21
7.2.5.2	収縮フィルムの性質	7-21
7.2.6	ストレッチフィルム・ラップフィルム	7-23
7.2.7	発泡スチロール	7-23
7.3	ガイドライン値を満たす包装設計	7-25
7.3.1	包装貨物の強度評価	7-28
7.3.2	シールテスター及び真空デシケーター(封緘試験と漏えい試験評価)	7-33
7.3.3	パラグアイの強度評価試験	7-34
7.3.3.1	パウチ牛乳容器	7-34
7.3.3.2	ヨーグルト容器	7-40
7.3.4	ウルグアイの強度試験評価	7-41
7.3.4.1	パウチ牛乳容器	7-41
7.3.4.2	ヨーグルト容器	7-46
7.3.5	アルゼンチンのミルクジャムの輸送包装貨物評価試験	7-46
7.3.5.1	課題:ミルクジャムの包装設計改善	7-48
7.3.5.2	漏れ原因の推定	7-48
7.3.5.3	振動試験(図 7.3.5-3)などによる原因追求試験とその結果	7-48
7.3.5.4	アルミ蓋割れの顕微鏡写真とアルミ蓋の材料疲労	7-52
7.3.5.5	原因追求実験－アンデス山越えによる気温低下による凍結と気圧低下－	7-53
7.3.5.6	容器及びキャップの圧縮テスト	7-54
7.3.5.7	改善包装設計によるラボテスト	7-55

7.3.5.8	アルミ蓋改善品のコストアップ対策	7-57
7.3.5.9	アルミの使用量削減とCO2削減	7-58
7.3.5.10	パウチ牛乳容器の振動試験	7-59
第8章	輸送試験(モデルプロジェクト)	8-1
8.1	実送テスト対象製品と輸送経路	8-1
8.2	実送テスト収集データ解析と改善策	8-2
8.2.1	アルゼンチン	8-3
8.2.1.1	家電品	8-3
8.2.1.2	乳製品の実輸送中止の理由	8-6
8.2.2	ブラジル	8-6
8.2.2.1	家電製品	8-6
8.2.3	パラグアイ	8-8
8.2.3.1	包装設計と輸送ルート	8-8
8.2.3.2	日時	8-9
8.2.3.3	輸送環境調査遂行体制	8-9
8.2.3.4	輸送ルート	8-9
8.2.3.5	車両及び貨物	8-10
8.2.3.6	輸送試験結果	8-10
8.2.4	ウルグアイ	8-10
8.3	調査対象製品の破損改善	8-12
8.3.1	製品破損の要因解明	8-12
8.3.2	調査対象企業の製品破損率	8-12
8.3.3	包装改善による経済的効果	8-17
8.4	調査対象製品の物流改善	8-21
8.4.1	物流制度と関連規格	8-21
8.4.2	域内交通インフラ	8-45
8.4.2.1	メルコスールーチリ軸(ブラジル、アルゼンチン、ウルグアイ)	8-46
8.4.2.2	両大洋間中央軸(ブラジル、パラグアイ)	8-51
8.4.3	物流改善	8-56
8.4.3.1	物流	8-56
8.4.4.2	環境調和型ロジスティックス・チェック項目	8-58
第9章	製品破損率の改善のための提言	9-1
9.1	食品加工品の第1次包装設計の改善	9-1
9.2	荷役・保管方法の改善	9-2
9.2.1	食品加工品(乳製品、オリーブ製品他)	9-2
9.2.2	家電製品(白物家電)	9-3
9.3	輸送における改善	9-3
9.3.1	食品加工品(乳製品、オリーブ製品他)	9-3

9.3.2	家電製品(白物家電)	9-3
9.4	保険契約状況	9-4
9.5	域内輸送にかかわる関連業界の関心	9-4
9.5.1	家庭電気製品(白物家電)	9-4
9.5.2	食品加工品(主に乳製品)	9-5
9.6	輸送形態(陸路、海路、空路の物流)	9-7
第10章	効果と総括提言	10-1
10.1	モニタリング調査の進捗を日本、メルコスール双方の当事者により認識、調査実施計画の適切なレビュー	10-1
10.1.1	4ヶ国合同会議の効果	10-1
10.1.2	巡回技術指導(TG)の成果	10-3
10.1.3	ワークショップ(WS)の成果	10-9
10.1.4	成果公表セミナー開催の成果	10-14
10.2	カウンターパート及び民間セクターへの技術移転	10-15
10.2.1	技術移転の成果	10-15
10.2.1.1	カウンターパートは何が何処までできるようになったか。	10-20
10.2.1.2	カウンターパートは包装設計までできるようになったか。	10-21
10.2.2	C/Pにおける関連技術分野に関してメルコスール域内で継続的にレベル向上を図って行くための方策提言	10-22
10.2.3	民間セクターに対する物流プロセスにおける技術改善の重要性の普及提言	10-24
10.3	上位目標へ前進させるための提言	10-27
10.3.1	包装試験評価基準(ガイドライン)の継続維持	10-27
10.3.2	データベース(DB)の域内共有と維持管理	10-28
10.3.3	メルコスール共通規格(ガイドライン)のメルコスール規格協会(AMN)への申請並びに制度化への推進	10-31
10.3.4	カウンターパート機関並びに民間機関が取るべきアクション	10-32
Annex		
Annex 1	成果公表セミナー各国プログラム	A1-1
Annex 2	成果公表セミナー展示パネル	A2-1

図表リスト

図 1.4-1	調査プロセスの概要	1-5
図 1.5-1	調査団業務実施体制(従前)	1-6
図 1.5-2	調査団業務実施体制	1-8
表 1.5-1	業務従事者ごとの分担業務内容	1-6
表 2.1-1	メルコスールの概観(2005年)	2-1
表 2.1-2	メルコスール4ヶ国の産品貿易推移	2-2
表 2.1-3	メルコスール GDP 成長率と貿易の増減率推移	2-2
表 2.1.1-1	メルコスール域内外輸出の推移(1990/2004)	2-3
表 2.1.2-1	アルゼンチンにおける牛乳及び乳製品の生産と貿易データ	2-4
表 2.1.2-2	アルゼンチンにおける家電製品の生産推移	2-5
図 3.1-1	包装試験機材活用計画	3-2
図 3.1-2	4ヶ国が保有する包装試験機材リスト及び状況	3-3
図 3.1-3	包装資材に係る試験用機材	3-4
図 3.1.4-1	南南協力プロジェクト設備機材	3-6
図 3.2-1	包装開発の基本的な流れ(5ステップ)	3-7
図 3.2-2	製品強さ、外力、包装の保護性の関係	3-8
図 3.2-3	輸送環境調査用デジタル衝撃記録計	3-8
図 3.2-4	振動波形の記録方法	3-10
図 3.2-5	計測方法による PSD データの違い	3-11
図 3.2-6	トラックの振動モード	3-12
図 3.2-7	荷台上の計測位置と計測方向の違いによる振動レベルの差	3-13
図 3.2-8	日本の道路の一般的な振動特性	3-13
図 3.2-9	PSD 特性の単純化	3-14
図 3.2-10	ランダム振動波の特徴	3-14
図 3.2-11	材料の S-N 曲線	3-15
図 3.2-12	試験レベルシフトによる試験時間圧縮	3-15
図 3.2-13	振動試験規格の例	3-16
図 3.2-14	試験用ダミー(掃除機)	3-17
図 3.2-15	加速波形⇒落下高さ換算の方法(1)―フリーフォール解析―	3-17
図 3.2-16	加速波形⇒落下高さ換算の方法(2)―波形面積換算法―	3-18
図 3.2-17	落下方向解析(1)	3-18
図 3.2-18	落下方向解析(2)	3-19
図 3.2-19	試験品の選定	3-19

図 3.2-20	包装質量と落下高さの関係(日本の企業のデータ)	3-20
図 3.2-21	ワイブル確率紙を使った落下データ解析例	3-21
図 3.2-22	落下試験規格の例(1)JIS Z0200	3-21
図 3.2-23	落下試験規格の例(2)	3-22
図 3.2.7-1	輸送環境記録計 DER-SMART の取付け状態	3-23
図 3.2.7-2	計測条件	3-24
図 3.2.7-3	デモンストレーション・テストで使用したトラック	3-25
図 3.2.7-4	輸送環境機材の写真	3-25
表 3.2-1	輸送環境調査用デジタル記録計の仕様	3-9
表 3.2.7-1	デモンストレーション・テストで使用した輸送環境記録計	3-23
表 3.2.7-2	輸送環境調査用機材の仕様	3-26
図 4.2-1	調査対象輸送経路と輸送環境調査実施走行実績	4-3
図 4.4-1	時間に対する Grms・時間に対するトラック速度	4-7
図 4.4-2	トラック速度に対する Grms	4-8
図 4.4-3	走行距離分布に対する累積値	4-9
図 4.4-4	時間に対する全ルート及び 80-100km/h における Grms	4-10
図 4.4-5	トラック速度レベルにおける PSD・周波数カーブ	4-10
図 4.4-6	有意差のある波形を除いた Grms	4-11
図 4.4-7	2 つの Grms におけるピーク PSD・周波数カーブ	4-12
図 4.4-8	Rafaela-Clorinda 調査ルート	4-12
図 4.4-9	区間 1,2 における Grms 平均値及び Grms ピーク値・周波数カーブ	4-13
図 4.4-10	区間 3,4 における Grms 平均値及び Grms ピーク値・周波数カーブ	4-14
図 4.5-1	着荷時の貨物の状況と輸送に対する製品不良	4-26
表 4.2-1	輸送環境調査の計画と実績	4-4
表 4.4.1-1	05-07-19 Aimogasta-Charata PSD 分析 車両速度-Acc	4-16
表 4.4.1-2	振動データの道路タイプ-走行速度による区分基準(水平線による場合)	4-17
表 4.5-1	包装不良数	4-25
表 4.5.1-1	包装不良情報	4-27
表 4.5.3-1	電気冷蔵庫の製品不良率	4-28
図 5.5-1	収集・解析データ分類	5-11
図 6.1-1	見かけ上の道路区分	6-10
図 6.1-2	正規化の考え方	6-12
図 6.1-3	計算事例 A:ブラジル 4 ルートの振動試験 PSD 比較: 500km 走行レベ ル、試験時間 1 時間	6-16
図 6.1-4	計算事例 B:ブラジル代表ルートの振動試験 PSD 比較: 全走行距離を 500km に換算	6-17

図 6.1-5	計算事例 C:ブラジル代表ルート of 振動試験 PSD 比較: 第 1 日目の 試験 PSD データ	6-18
図 6.1-6	計算事例 D:ブラジル代表ルート of 振動試験 PSD 比較: 第 1 日目の速 度区分別 PSD データ	6-19
図 6.2.3-1	輸送試験 3 区分分類図	6-31
図 6.2.3-2	PSD' Argentina.....	6-33
図 6.2.3-3	ルー別試験 PSD の比較:2 時間.....	6-33
図 6.2.3-4	実測 PSD と正規化 PSD BsAs-Mendoza	6-34
図 6.2.3-5	実測 PSD と正規化 PSD Praguay.....	6-35
図 6.2.3-6	実測 PSD と正規化 PSD Motevideo-Rivera	6-36
図 6.3-1	緩衝包装設計手順のフローチャート	6-40
図 6.3-2	緩衝設計のフローチャート	6-41
図 6.3.2-1	南米南部共同市場(メルコスール)組織図	6-56
図 6.3.2-2	メルコスール共通基準の申請プロセス(各国の申請から AMN の承認まで) ..	6-57
表 6-1	試験評価基準を区分するグレードと道路構成比率(例)	6-1
表 6.1-1	区分データ.....	6-11
表 6.1-2	データ計算表.....	6-13
表 6.1-3	試験 PSD の計算表(1).....	6-14
表 6.1-4	試験 PSD の計算表(2).....	6-14
表 6.2.3-1	輸送シナリオと試験 PSD	6-32
表 6.2.3-2	試験値対象ルート計算比較(例)	6-32
表 6.2.3-3	メルコスール包装試験評価基準値(ガイドライン)	6-37
表 6.2.3-4	メルコスール包装試験条件(区分 1)	6-37
表 6.2.3-5	メルコスール包装試験条件(区分 2)	6-38
表 6.2.3-6	メルコスール包装試験条件(区分 3)	6-38
表 6.3.1-1	工業包装に関連する JIS.....	6-42
表 6.3.2-1	AMN 委員会別案件数(2006 年 7 月現在)	6-58
図 7.1.1-1	製品外観図.....	7-2
図 7.2.1-1	ポリエチレンの分岐構造.....	7-12
図 7.2.1-2	ヒートシール温度とシール強さ	7-12
図 7.2.4-1	ダンボール用紙製造	7-16
図 7.2.4-2	工場レイアウト	7-17
図 7.2.5-1	熱収縮フィルムの温度と収縮率の関係	7-22
図 7.3-1	ブラジルとアルゼンチンの包装改善試作品	7-27
図 7.3.1-1	製品概観.....	7-29
図 7.3.1-2	部品の固定方法	7-29
図 7.3.1-3	緩衝効果:計算値.....	7-31
図 7.3.1-4	密度 30kg/m ³ の緩衝効果.....	7-32

図 7.3.2-1	シールテスター	7-33
図 7.3.2-2	真空デシケーター	7-34
図 7.3.2-3	漏えい試験	7-34
図 7.3.3-1	パウチ牛乳	7-35
図 7.3.3-2	店頭でのパウチ牛乳	7-35
図 7.3.3-3	パウチ牛乳の重ね張り	7-35
図 7.3.3-4	パウチ牛乳の合掌張り	7-35
図 7.3.3-5	ピロー型胴重ね張り	7-36
図 7.3.3-6	三方シール胴合掌張り	7-36
図 7.3.3-7	牛乳の圧縮試験	7-38
図 7.3.3-8	ヒートシール試験機	7-38
図 7.3.3-9	ヨーグルトのアルミ蓋	7-40
図 7.3.3-10	ヨーグルトの PET/AL 蒸着蓋	7-40
図 7.3.3-11	アルミ蓋の千切れ	7-41
図 7.3.3-12	PET/AL 蒸着蓋のカール	7-41
図 7.3.4-1	底部から一部漏れ	7-42
図 7.3.4-2	底部から牛乳の飛出し	7-42
図 7.3.4-3	圧縮試験の方法	7-43
図 7.3.4-4	パウチの振動試験	7-45
図 7.3.4-5	LATU 製破裂試験機	7-46
図 7.3.4-6	漏えい試験による漏れ	7-46
図 7.3.5-1	ミルクジャム	7-47
図 7.3.5-2	段ボール箱、上下段仕切り無し	7-47
図 7.3.5-3	振動試験 5 段積み最下段	7-49
図 7.3.5-4	アルミ蓋にピンホール発生	7-49
図 7.3.5-5	アルミ蓋ピンホールの顕微鏡写真	7-50
図 7.3.5-6	アルミ蓋と接触	7-50
図 7.3.5-7	メンコ試験	7-52
図 7.3.5-8	リング試験	7-52
図 7.3.5-9	エンボス加工	7-53
図 7.3.5-10	20~40Hz でアルミ蓋が振動	7-53
図 7.3.5-11	大気圧でアルミ蓋の凹み	7-54
図 7.3.5-12	アンデス越えで戻る	7-54
図 7.3.5-13	容器蓋などの圧縮試験	7-54
図 7.3.5-14	複数突起物	7-55
図 7.3.5-15	アルミ蓋改善品のピンホールと多数の突起物	7-56
図 7.3.5-16	アルミ蓋改善品の亀裂と 3 ヶの突起物	7-56
表 7.1.1-1	包装設計の要件	7-1
表 7.1.2-1	冷蔵庫の物流環境ストレス	7-4

表 7.1.2-2	ブラジルの冷蔵庫の物流環境事例	7-5
表 7.2.1-1	各種フィルムの性能	7-8
表 7.2.1-2	シーラント用フィルムの特性比較表	7-10
表 7.2.2-1	アルミ箔の物理的・機械的性質	7-13
表 7.2.4-1	段ボール用ライナの強度	7-18
表 7.2.4-2	段ボール用中しん原紙強度	7-18
表 7.2.4-3	段の構造と種類	7-19
表 7.2.5-1	シュリンクフィルムの種類と性能	7-22
表 7.2.6-1	ストレッチフィルムの使用法	7-23
表 7.2.7-1	南米・電気冷蔵庫の発泡スチロール使用量の一例	7-24
表 7.3-1	開発ステップと設計品質評価基準(ガイドライン)	7-25
表 7.3-2	対象機種のパッケージ設計手順	7-25
表 7.3.3-1	パウチ牛乳の落下試験	7-37
表 7.3.3-2	改良品フィルムの牛乳付着ヒートシール試験(2kg/cm ² 、2秒)	7-39
表 7.3.4-1	パウチ牛乳の落下試験	7-43
表 7.3.4-2	パウチ牛乳の圧縮試験	7-44
表 7.3.4-3	牛乳パウチのヒートシール強度	7-45
表 7.3.5-1	振動試験の方法	7-51
表 7.3.5-2	容器の圧縮テスト	7-55
表 7.3.5-3	振動試験による振動時間と漏れ箇所:1.5G×5～9Hz	7-59
図 8.2.1-1	改善品振動試験	8-5
図 8.2.1-2	改善品落下試験	8-5
図 8.2.1-3	圧縮機取付板の変更	8-5
図 8.2.2-1	ダンボール材包装試作	8-8
図 8.4.3-1	流通活動の体系	8-56
表 8.1-1	モデルプロジェクトスケジュール	8-1
表 8.1-2	実送テスト対象製品と輸送経路	8-1
表 8.2-1	包装貨物試験の関連規格	8-2
表 8.2.1-1	実送テスト対象製品と輸送経路	8-3
表 8.2.1-2	実送テスト収集データの解析と改善策	8-3
表 8.2.1-3	室内試験結果:アルゼンチン	8-4
表 8.2.2-1	実送テスト対象製品と輸送経路	8-6
表 8.2.2-2	実送テスト収集データの解析と改善策	8-7
表 8.3.1-1	被包装物の具体的損傷事例による破損件数	8-12
表 8.3.2-1	調査対象企業の製品破損率(家電メーカー)	8-12
表 8.3.2-2	調査対象企業の製品破損率(食品メーカー)	8-12
表 8.3.2-3	食品メーカーB社の物流破損チェック・シート	8-13
表 8.3.2-4	破損調査項目(案) - 電気製品(主に冷蔵庫対象)	8-14

表 8.3.2-5	破損調査項目(案) - 食品(パウチ、プラスチック・パック、テトラ・パック)	8-15
表 8.3.2-6	包装不良	8-16
表 8.4.1-1(1)	CETEA の採用規格(国内規格)	8-22
表 8.4.1-1(2)	CETEA の採用規格(国際規格)	8-28
表 8.4.3-1	環境調査方ロジスティックス	8-59
図 9.6-1	メルコスール域内 4 ヶ国の陸路輸送比	9-8
表 9.6-1	メルコスール 4 ヶ国における陸上トラック輸送の割合	9-7
図 10.1.2-1	第 2 年次及び第 3 年次現地調査計画の従前計画との対比図	10-5
図 10.2.1-1	包装技術向上開発調査における技術移転への対応と効果	10-19
図 10.2.2-1	メルコスール包装技術向上開発調査遂行結果の認識と継続的レベル向上構想図	10-23
図 10.2.3-1	包装関連産業分野の改善	10-25
図 10.2.3-2	物流と物流システムにおける輸送包装の重要性	10-26
図 10.3.2-1	データベースの構築と共有化	10-29
図 10.3.2-2	メルコスール地域データベース共有センター構想	10-30
図 10.3.4-1	カウンターパート・民間両機関アクションプラン	10-34
表 10.2.1-1	輸送環境調査の計画と実績	10-17
表 10.2.3-1	包装にかかわる関連産業分野	10-24

第 1 章 調査の対象範囲

第 1 章 調査の対象範囲

1.1 上位目標

上位目標

メルコスール域内において流通する製品に対して適正な輸送包装が普及する。

調査の目的

メルコスール加盟国の主要輸出製品(食品加工品のうちの乳製品、家庭電化製品のうちのシロモノ家電)を対象として、それらのメルコスール域内における陸上輸送時における環境を調査し、収集データ、情報を基に製品の破損原因の分析を行い、適正な輸送包装の設計のための評価試験基準(暫定版)を策定する。

1.2 対象範囲

メルコスールの結成後、同域内の貿易量は増加しているものの、メルコスール設立の趣旨に基き更に域内貿易を活性化していくためには、域内での物流の円滑化を図っていくことが必要とされている。しかしそのためには、物流にかかる高コスト問題の解決が重要な課題として挙げられる。

物流にかかる高コストの要因の一つとして、製品の輸送のための「適正包装」に係る技術の不足が指摘されている。即ち、輸送環境に見合った包装が行われていないことによる「製品の破損」、また逆に破損を防ぐための「過剰包装」が結果的にコストに跳ね返っている。

以上の背景から、域内における輸送条件を調査すると共に、域内の輸送環境に即した合理的な包装設計及び評価試験基準の設定を目的とした開発調査の要請がメルコスールよりなされた。

本件実施は物流に係る高コスト問題の解決の糸口となりメルコスール域内各国の輸出競争力向上に繋がること、また第 4 回日本メルコスール高級事務レベル会合にて締結された「日本・メルコスール間協力の枠組みに関する討議の記録」の主旨にも沿っていることより、本開発調査が採択されるに至った。

JICA は 2002 年 11 月にプロジェクト形成基礎調査団、2003 年 2 月に予備調査団、2003 年 6 月に事前調査団(第一次)、2003 年 11 月に事前調査団(第二次)を派遣し、開発調査の実施内容の枠組みを合意するに至った。

「メルコスール工業技術院戦略連合会」並びに各国との間で次のように「実施細則

(S/W)」の署名が行われた。

日付	場所	署名/機関	カウンターパート
2003.9.23	モンテビデオ	メルコスール加盟国4ヶ国政府代表	メルコスール工業技術院連合会、コーディネーター：アルゼンチン国 INTI
2003.11.11	モンテビデオ	ウルグアイ国 LATU	LATU
2003.11.12	ブエノス・アイレス	アルゼンチン国 INTI	INTI
2003.12.12	アスンシオン	パラグアイ国 INTN、商工省	INTN
2004.6.24	リオ・デ・ジャネイロ	ブラジル国 ABC、INT、INMETRO	INT/INMETRO 協力機関として実施を担うのは CETEA

2003年9月23日、モンテビデオに於いて、メルコスール4ヶ国と合意した実施細則(S/W)を基に調査の範囲と内容を以下に整理した。

(1) 調査範囲

- 製品、選定ルート及び協力企業の選定
- 輸送環境調査
- メルコスール共有データ・ベース構築
- 製品破損原因解明
- 破損軽減方法の提言とその手法
- メルコスール包装規準提言
- モデルプロジェクト実施（実証試験）
- 上記の項目を通しての技術移転

(2) 調査地域

メルコスール加盟国：アルゼンチン、ブラジル、パラグアイ及びウルグアイ

(3) カウンターパート

「メルコスール工業技術院戦略連合会」がメルコスール側実施機関となる。各国個別機関としては；

アルゼンチン： INTI-Envases y Embalajes（国立工業技術院、包装技術センター）

ブラジル： INMETRO（国立工業品質基準度量衡院）

具体的には ITAL（サンパウロ州食品技術研究所）の管轄 CETEA（包装技術センター）

INT（国立技術院）

パラグアイ： INTN（国立規準技術院）包装セクション

ウルグアイ： LATU（ウルグアイ技術研究所）包装課

なお、アルゼンチン国 INTI が本開発調査の技術コーディネーターを努める。

(4) 報告書

下記の報告書を提出する。

- インセプション・レポート
- プロGRESS・レポート
- インテリム・レポート
- ドラフト・ファイナル・レポート及び要約版
- ファイナル・レポート及び要約版

1.3 広域協力の意義

本 JICA 調査プロジェクトは、南米のメルコスールという 4ヶ国（今回調査の対象国としてはアルゼンチン、ブラジル、パラグアイ、ウルグアイ）で経済圏としてスタートした地域の域内産品の陸上輸送において輸出入を促進するための競争力の改善、強化を輸送包装技術の改善という観点から捉え、メルコスール域内の包装試験評価基準を策定し、提言することを目的とした開発調査である。そして、広大な地域に対し、限られた時間内に限られた対象製品による基本調査を重ねカウンターパートの人材育成を通じて、将来継続的に域内並行して、技術向上、対象分野拡大を期待する調査である。このはじめての広域協力案件に対し、重視した点は下記の項目である。

- (1) 4ヶ国に対する調整と協調
- (2) 4ヶ国カウンターパートに対する包装技術向上の人材育成
- (3) 将来の目標に向かっての官民両セクターの共通認識
- (4) 調査プロセスにおける段階毎の技術把握
- (5) データベース(DB)の4ヶ国共有化
- (6) 4ヶ国カウンターパートの連携による技術向上と民間へのリーダーシップ
- (7) メルコスール規格としての法制化への努力に対する支援

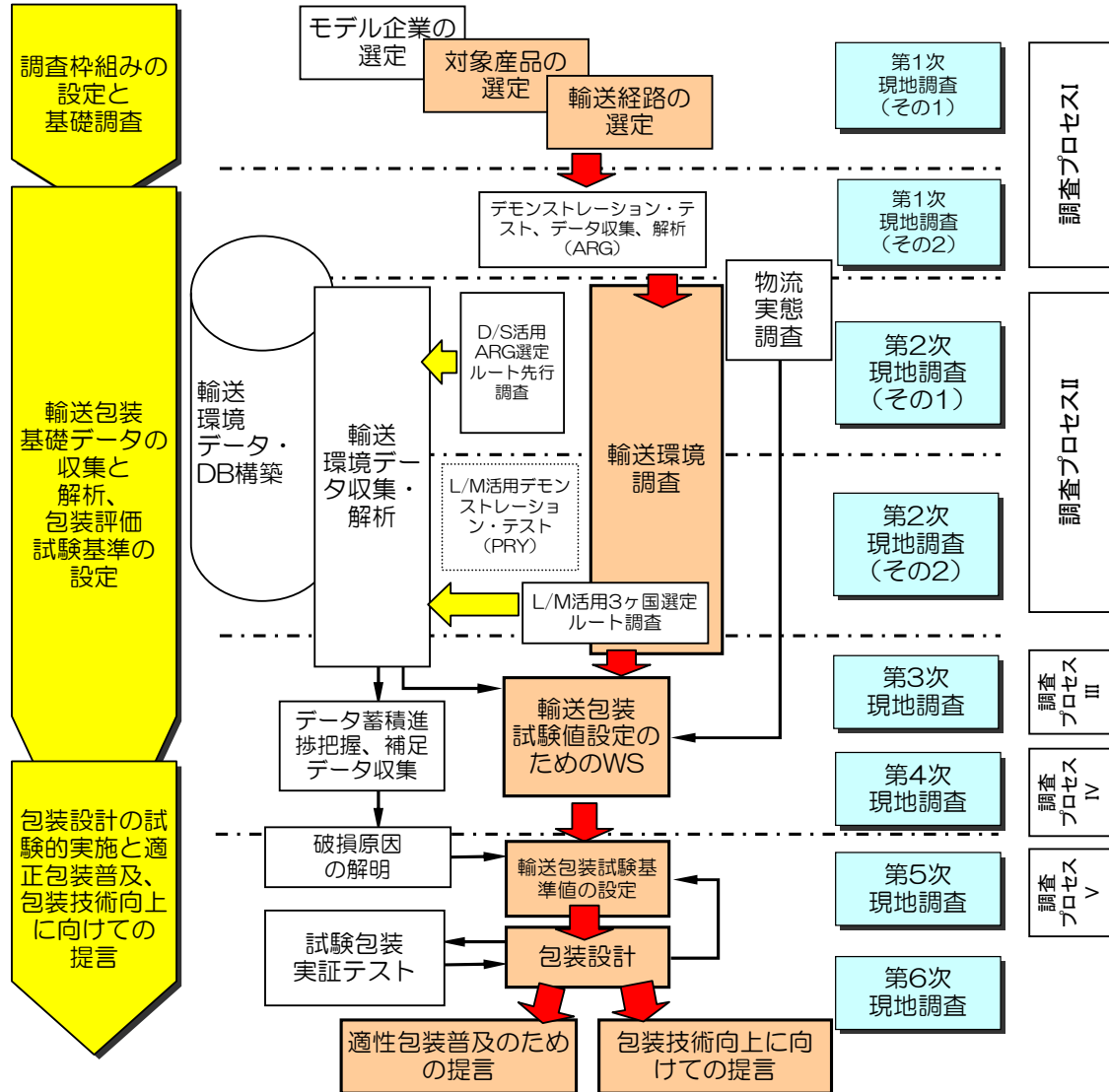
広域協力の重要性として、メルコスール 4ヶ国のカウンターパートが同時に技術の向上を図り、継続させて、相互に連携して域内の事態に対処する手段を指導し、支援してきたが、その中でも本調査プロジェクトを通じて、4ヶ国カウンターパート間のみならず、4ヶ国関係機関に対する進捗状

況説明を定期的に実施し、一体となって展開することへの調整が重要であった。次に本調査プロジェクトの最初の段階で、対象製品が家庭電気製品(白物)と食品加工品(乳製品等)の2つの種類に限定されている範囲で、協力企業との間のディスカッションを重ねた。企業側が本調査プロジェクトにおいてどの自社製品を調査対象として希望しているのか、メルコスール域内でその製品が輸出入、マーケットでどのような位置を示しているのか、荷扱輸送の途上でどのような破損が生じているのか、そして今回はどの輸送ルートを選定し、どの程度の協力範囲が期待できるのかを確認された。調査を実施した結果、ルートの状況、国境通過点と通関状況等々を把握し、カウンターパート・協力企業・関係政府機関で各国間の共通問題を今後いかに考えてゆくかも重要事項であると思われる。さらに、本調査プロジェクトを通じて、カウンターパート、民間セクターの包装技術分野の人材を育成することにより、4ヶ国各々の人材がこの分野において継続的にリーダーシップをとってもらうことへの期待も大きい。

そして本調査プロジェクトの目的が、包装試験評価基準を設定(暫定値)し、提言するものであるが、将来メルコスールの関係委員会の審議を経て、メルコスール規格協会(AMN: Asociación Mercosur de Normalización)等に認知・法制化されることが望ましい。そうなることにより広大な地域、変化に富んだ陸上輸送における輸送環境調査の収集データ、その解析結果という大きなメルコスールの財産が生かされ、継続的に調査及び改定されて南米の地から、ISO という国際規格へ途上国の様々なコメントの発信の場となることも期待される。今回の JICA 開発調査は包装技術の向上という観点から、メルコスールという4ヶ国にわたる共通の物流分野における破損に対し、適切な輸送包装というアドバイスの結果がいくつか出たが、メルコスール経済圏における競争力上の一つの問題に対して、解決の方向を示すことは大きな意義を持つものである。

1.4 調査プロセスの概要

調査業務の目的を段階的に明示し、その内容を中間部分に記述して上部から下部へ進行させる調査プロセスを策定した。全調査工程において必要とされる現地調査のタイミングを示し実行した。

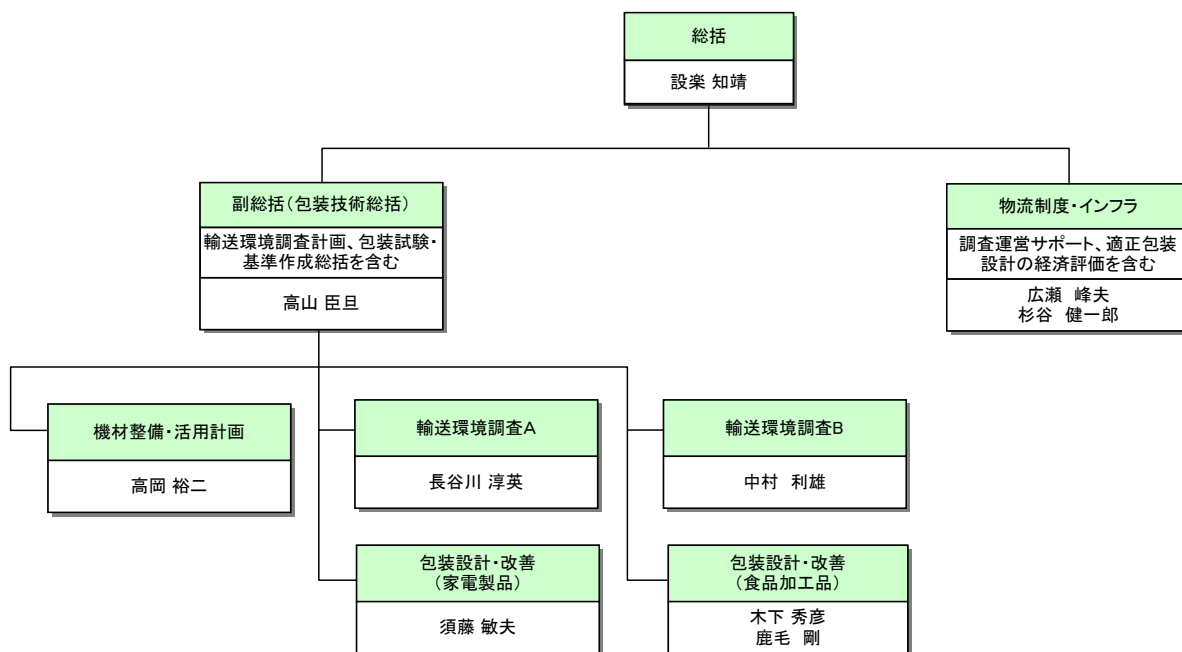


Source: JICA 調査団

図 1.4-1 調査プロセスの概要

1.5 業務実施体制

調査団は下記組織図に基づいて、同じく表に示す業務従事者ごとの業務分担内容を原則として、本調査業務を遂行することで調査を開始した。



Source: JICA 調査団

図 1.5-1 調査団業務実施体制(従前)

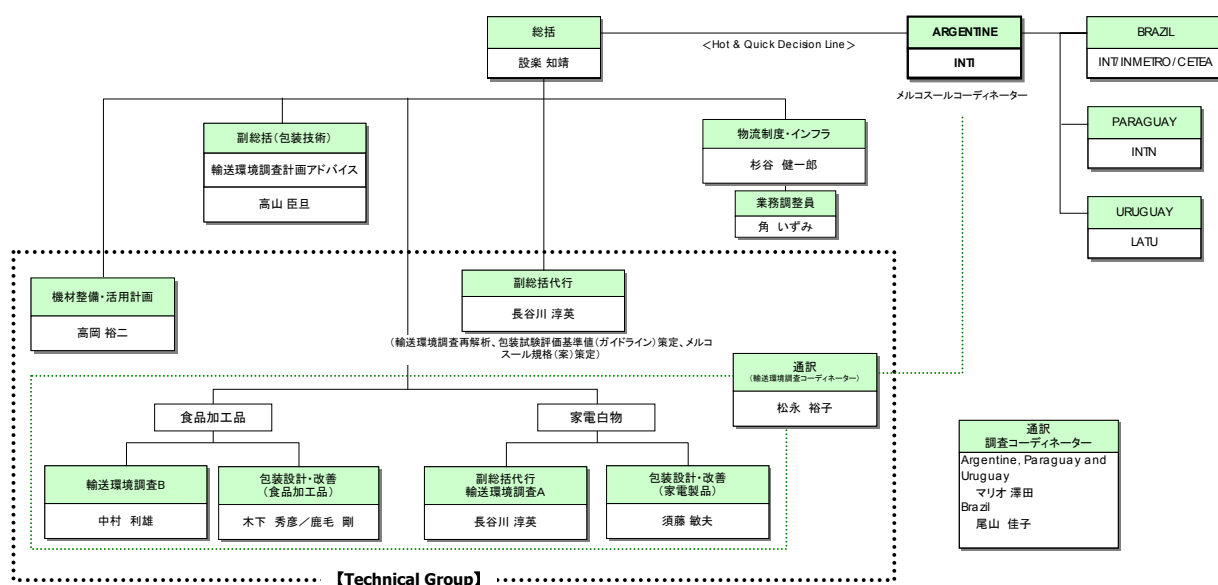
表 1.5-1 業務従事者ごとの分担業務内容

	氏名	担当	業務内容
1	設楽 知靖	総括	1) 調査の全体総括 2) カウンターパート・政府及び関連機関との相互調整 3) 対象製品、輸送ルート選定調整 4) 適正な輸送包装普及のための方策提言総括 5) 調査団主導「輸送環境調査」調整 6) 「輸送環境調査」特定項目(異機種、デモ研修)調整並びに支援 7) モデルプロジェクト最終段階調整(輸出向長距離対応)
2	広瀬 峰夫 杉谷 健一郎	物流制度・ インフラ	1) 調査の全体総括 2) カウンターパート・政府及び関連機関との相互調整 3) 対象製品、輸送ルート選定調整 4) 適正な輸送包装普及のための方策提言総括 5) 調査団主導「輸送環境調査」調整 6) 「輸送環境調査」特定項目(異機種、デモ研修)調整並

	氏名	担当	業務内容
			びに支援
3	高山 臣且	副総括／ 包装技術総括／ 包装試験・ 基準作成	1) 協力企業保管・荷扱い・包装実態調査(家電製品) 2) 輸送環境調査指導・支援 3) 輸送環境データ解析指導・支援 4) 包装評価試験基準(暫定版)策定のためのデータ集約、策定指導
4	長谷川 淳英	輸送環境調査 A	1) 協力企業保管・荷扱い・包装実態調査(家電製品) 2) 輸送環境調査指導 3) 輸送環境データ解析指導 4) 包装評価試験基準(暫定版)策定のためのデータ集約、策定指導 5) 「輸送環境調査」調査団主導調査企画・実施(家電製品) 6) 異機種操作、解析及びデモ研修(パラグアイ)
5	中村 利雄	輸送環境調査 B	1) 協力企業保管・荷扱い・包装実態調査(食品加工品) 2) 食品加工品輸送包装用資材の供給状況調査 3) 輸送環境調査指導 4) 輸送環境データ解析指導 5) 包装評価試験基準(暫定版)策定のためのデータ集約、策定指導 6) 食品加工品輸送包装設計指導 7) 限定機材活用アルゼンチンデモテスト実施 8) 「輸送環境調査」調査団主導調査企画・実施(食品加工品) 9) 異機種操作、デモ研修(パラグアイ) 10) 異機材対応ダミー設計、製作指導
6	須藤 敏夫	包装設計・改善 (家電製品)	1) 家電製品輸送包装用資材の供給状況確認調査 2) 家電製品輸送包装設計指導・支援(ラボテスト、実送テストの実施を含む) 3) 家電製品輸送包装改善への提言 4) 「輸送環境調査」調査団主導調査 5) 異種機材操作、データ収集、解析
7	木下 秀彦 鹿毛 剛	包装設計・改善 (食品加工品)	1) 食品加工品輸送包装設計指導・支援(製品変質・劣化防止を含む) 2) 食品加工品輸送包装改善への提言(製品の変質・劣化防止を含む) 3) 「輸送環境調査」調査団主導調査 4) 異種機材操作、データ収集
8	高岡 裕二	機材整備・ 活用計画	1) 4カ国における現有輸送包装評価試験機材調査 2) 輸送環境計測機器、包装評価試験機材計画詳細化 3) 調査用調達資機材仕様詳細化

Source: JICA 調査団

しかしながら、輸送環境調査に活用する計測機材が 2 種類となったことにより、その理論、操作、技法を研修するための 4 ヶ国合同技術研修を 2005 年 8 月パラグアイ・アスンシオンにおいて開催し、その後 4 ヶ国に分かれて調査団主導による輸送環境調査を開始した時点より、業務遂行に各国で差異を生ずることが考察された。その結果、それを修正するため業務従事者の能力と機動性を見直すことにより、2006 年初頭より Efficiency Development, Schedule Control 及び Cost Control を重視して調査団組織、機能を下記のように改訂し、2006 年 3 月のプロGRESSレポート協議とワークショップをブラジルで開催し、以後業務強化を図った。



Source: JICA 調査団

図 1.5-2 調査団業務実施体制

カウンターパート側の組織と機能としてはアルゼンチン INTI(工業技術院)の包装センターが本開発調査におけるメルコスール 4 ヶ国のカウンターパートのコーディネーターの役割を担い、様々な業務調整役として努めた。

ブラジルはカウンターパートが 3 機関存在し、リオ・デ・ジャネイロの INT はブラジリアの連邦機関科学技術省の下に技術面全体の国際協力の役割を担い、同じくリオ・デ・ジャネイロの INMETRO は開発商工省の下にリオ・デ・ジャネイロに研究センターを設けている。調査団が業務活動を主に遂行した場所はサンパウロ食品センター・包装技術セクション CETEA で、カンピーナスの研究所は包装技術の試験機材を整えており、民間企業より委託試験並びに包装技術の開発、普及活動を行っている。

パラグアイのカウンターパートは INTN(国立工業技術・基準規格院)で、技術の総合技術院の機能として、包装技術セクションの技術強化と設備拡張充実並びに人材開発にトップマネージメント以下努力している。カウンターパート機関のうち唯一、メルコスール規格協会(本部ブラジル・サンパウロ)の正会員である。

ウルグアイのカウンターパートは LATU(国営技術試験所—自治性が強い—)で林産工業開発を主体として開始された研究機関として大きく発展している。今回の開発調査に当って「包装セクション」が総裁室直轄の組織として設置され、技術・人材育成に努力している。本開発調査では輸送環境調査の段階でこの包装セクションが主導し、包装設計、試作の段階では包装資材の研究部門であるプラスチックセクションが参画して技術取得に当たった。

第 2 章 調査対象製品

第2章 調査対象製品

2.1 貿易動向

はじめに

メルコスール4ヶ国の2005年の概観を示すと、表2.1-1のごとくである。2005年のGDP成長率はラテンアメリカ全域の4.3%成長より高い成長を達成した。

表2.1-3は2001年～2006年のGDP成長と貿易の増減率推移を示す。2003年以後は通貨危機後の安定期と世界経済の好調に引かれて好調な伸びを続けている。

表2.1-1 メルコスールの概観(2005年)

国名	人口 (100万人)	面積 (km ²)	GDP (100万ドル)	一人当り GDP(ドル)	輸出 (100万ドル)	輸出対 GDP比率 (%)	輸入 (100万ドル)
アルゼンチン	38.23	2,791,810	183,394	4,802	39,898	21.8	28,698
ブラジル	181.59	8,514,877	795,924	4,316	118,308	14.9	73,500
パラグアイ	5.90	406,752	7,670	1,301	1,688	22.0	3,251
ウルグアイ	3.24	176,215	16,800	5,200	3,400	20.2	3,900
合計	228.96	11,889,654					

Source: CEPAL, Busquda, Banco Central, 世銀、JETRO, etc.

国連ラテンアメリカカリブ経済委員会(ECLAC/CEPAL)の資料によれば、ラテンアメリカ地域全体の2004年～2005年の産品輸出量の伸び率は平均8.8%を記録した。本JICA開発調査対象のメルコスール地域4ヶ国をみるとウルグアイが同期間22%の伸び率で最も大きく、続いてパラグアイの20%、ブラジルの14%、アルゼンチンの9.5%といずれも平均伸び率よりも高い伸びを示している。また、2006年の予測も平均8.5%の伸び率としている。

さらに、産品貿易バランスも2002年～2005年まで黒字バランスとなっており、金額では2002年の240億ドルの黒字から2005年は806億ドルの黒字となっている。これらは経済の安定化と自由貿易協定などの拡大によるものと思われる。ここで、表2.1-2において4ヶ国の産品貿易の推移を2000年を100とした指標でその伸びを示す。

表 2.1-2 メルコスール4ヶ国の産品貿易推移

(Indicies: 2000=100)

国名	輸出			輸入		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005
アルゼンチン	112.6	118.1	134.8	58.4	87.8	108.4
ブラジル	137.7	163.8	178.5	87.1	103.1	108.7
パラグアイ	94.9	113.9	136.3	88.2	106.7	127.3
ウルグアイ	97.6	124.6	144.5	69.4	92.4	107.5

Source: ECLAC Economic Survey 2005-2006

表 2.1-3 メルコスール GDP 成長率と貿易の増減率推移

(単位:%)

国名	項目	2001	2002	2003	2004	2005	2006 (予測)
アルゼンチン	GDP	-4.4	-10.8	8.7	9.0	9.2	4.5
	輸出	0.5	-3.1	14.3	15.0	16.6	13.1
	輸入	-19.7	-55.8	54.4	50.0	25.2	14.1
ブラジル	GDP	1.3	1.5	-0.2	4.9	2.3	3.5
	輸出	5.7	3.7	21.1	32.0	22.6	12.0
	輸入	-0.4	-15	2.2	30.0	17.1	19.1
パラグアイ	GDP	2.4	-2.5	2.6	3.0	3.0	3.5
	輸出	-19.1	0	11.9	27.0	28.0	
	輸入	-12.8	-13.5	9.2	39.0	22.6	
ウルグアイ	GDP	-3.6	-12.0	2.5	7.5	6.0	5.0
	輸出	-10.2	-10.2	18.3	32.3	20.6	17.9
	輸入	-12.0	-35.7	11.6	42.2	24.4	29.1

Source: CEPAL, Busquda, banco Central Bank

2.1.1 メルコスール域内及び域外貿易の推移

メルコスール4ヶ国の1990/2004年の対比として輸出の伸びを比較してみると、表2.1.1-1のごとくである。各国の域内輸出はウルグアイを除いて順調に推移していることがわかる。ウルグアイは域外のアンデス共同体とNAFTA(北米自由貿易協定)地域への輸出の伸びが大きかった。また、4ヶ国の域内輸出のシェアを検証するとアルゼンチンの輸出の15.8%がブラジル向、ブラジルの輸出の7.8%がアルゼンチン向、パラグアイの輸出では27.8%がウルグアイ向、19.2%がブラジル、6.3%がアルゼンチン向けとなっており、域内依存度が高い。ウルグアイはその輸出の16.5%がブラジル向けで、7.6%がアルゼンチン向けとなっている。このようにメルコスール域内のシェアの伸びは1990年から2004年の間に8.9%~12.3%へ伸び、次にアンデス共同体向けと中米共同市場向けと続いている。一方、INDECとSECEXの資料に寄れば、ブラジルの輸入全体に占める乳製品の輸入は1%で2004年は総額9.6億ドルで、そのうちアルゼンチンからの乳製品輸入は4.9億ドルで51%を占めている。

表 2.1.1-1 メルコスール域内外輸出の推移(1990/2004)

輸出比率の推移

(単位:%)

国名	メルコスール		アンデス共同体		中米共同体		NAFTA		その他	
	'90	'04	'90	'04	'90	'04	'90	'04	'90	'04
アルゼンチン	14.8	18.1	4.1	4.9	0.3	0.7	17.0	14.6	63.8	61.7
ブラジル	4.2	9.2	2.8	4.3	0.4	0.9	27.9	26.4	64.7	59.2
パラグアイ	39.6	59.1	1.6	3.9	0.1	0.2	4.5	4.2	54.2	32.6
ウルグアイ	35.1	26.2	1.5	2.6	0.1	0.2	12.2	19.7	51.1	51.3
メルコスール	8.9	12.3	3.1	4.4	0.3	0.8	23.9	23.0	63.8	59.5

Source: JETRO、CEPAL、国際経済研究所

アルゼンチン	⇒	ブラジル	15.80%						
ブラジル	⇒	アルゼンチン	7.80%						
パラグアイ	⇒	ウルグアイ	27.80%	⇒	ブラジル	19.20%	⇒	アルゼンチン	6.30%
ウルグアイ	⇒	ブラジル	16.50%	⇒	アルゼンチン	7.6%			

Source: World Trade Organization

2.1.2 ターゲットとしての対象製品の貿易動向

2.1.2.1 アルゼンチンの乳製品生産とその貿易推移

アルゼンチン農牧漁業食糧庁(SAGPYA)の資料によれば、アルゼンチンにおける牛乳並びに乳製品の2001年～2005年の生産と貿易は表2.1.2-1の通りである。この表の2004/2005年の推移を見ると、フレッシュ牛乳の生産量は2004年1,499,806キロリットルから2005年の1,584,735キロリットルへ5.7%の生産量の伸びが見られ、同時期の輸出入量の推移では2004年輸出力7,657キロリットルから2005年13,201キロリットルへと73.4%の大幅増加を示し、反面、輸入量は2004年の5,293キロリットルから2005年1,049キロリットルへと80.2%減を示している。さらに、乳製品(粉乳、チーズ、ヨーグルト、バター、ミルクジャム等)の生産量は2004年の1,180,566トンから2005年の1,086,821トンへ7.9%の減産となっている。また輸出入量の推移は、輸出力が2004年の109,203トンから2005年の275,797トンと152.6%の大幅な増加を示している。一方、輸入量も2004年の8,450トンから2005年には15,199トンと81.1%の大幅増を記録した。アルゼンチンの乳製品輸出は1992年～1999年の間に5.4倍の伸びを示したが、これはメルコスール協定の誕生による域内の関税の軽減の問題が大きく貢献している。そしてアルゼンチン乳製品の主要輸出先は50%以上が隣国ブラジル向けと歴史的に変わらないが、両国の為替変動(Currency Devaluation)の影響を受けて2002年頃に増減が見られる。

表 2.1.2-1 アルゼンチンにおける牛乳及び乳製品の生産と貿易データ

Year		2001	2002	2003	2004	2005	
1	Fresh milk*						
2	Gross Production	KL	1,614,899	1,436,231	1,386,253	1,503,839	1,598,559
3	Remaining Stock (1)	KL	-6,223	-6,850	-135	1,667	1,672
4	Net Production (2)	KL	1,622,782	1,432,564	1,418,189	1,499,806	1,584,735
5							
6	Exports	KL	6,534	10,696	1,948	7,658	13,201
7	Imports	KL	8,194	179	33,748	5,293	1,049
8							
9	Dairy products**						
10	Gross Production	tn	1,175,607	1,071,464	1,042,940	1,272,546	1,361,709
11	Remaining Stock (1)	tn	26,729	-48,816	2,761	-8,773	14,289
12	Net Production (2)	tn	1,089,614	1,042,644	973,164	1,180,566	1,086,821
13							
14	Exports	tn	77,516	88,293	77,692	109,203	275,797
15	Imports	tn	18,252	10,657	10,677	8,450	15,199
16							
17	(Powdered milk)						
18	Gross Production	tn	244,362	238,136	228,891	295,366	286,431
19	Remaining Stock (1)	tn	23,211	-33,903	4,619	-8,119	6,252
20	Net Production (2)	tn	117,236	110,591	108,305	106,370	102,917
21							
22	Exports	tn	104,507	161,740	119,389	199,238	181,829
23	Imports	tn	592	292	3,423	2,123	4,567
24							
25	(Cheese)						
26	Gross Production	tn	430,956	379,677	332,293	378,347	414,412
27	Remaining Stock (1)	tn	471	-5,066	-4,585	800	5,080
28	Net Production (2)	tn	419,870	359,929	315,179	344,285	359,720
29							
30	Exports	tn	17,536	25,781	23,183	34,822	51,891
31	Imports	tn	6,921	966	1,484	1,599	2,280
32							
33	(Yoghurt)						
34	Gross Production	tn	264,923	246,051	271,463	357,140	405,241
35	Remaining Stock (1)	tn	-642	-199	805	-51	472
36	Net Production (2)	tn	268,500	251,021	271,655	357,323	402,747
37							
38	Exports	tn	710	881	675	1,310	3,353
39	Imports	tn	6,345	5,652	1,672	1,422	1,331

(1): Remaining Stock = (Final stock - Starting -stock)

(2): Gross Production = (Production + Imports-Exports-Rem.stock)

*: Liquid Milk = All produce delivered as liquid

** : Dairy products = Including powder milk, cheese, butter, cream, milk jam, casein.

Source: Secretariat of Agriculture, Stockbreeding, Fisheries and Foods

アルゼンチンの乳製品輸入は主にメルコスール諸国であり、多くはウルグアイからの輸入でフレッシュ牛乳が30%、チーズ13%、カゼイン11%、ヨーグルト以外の発酵品12%等となっている。

2.1.2.2 アルゼンチンの家庭用冷蔵庫、冷凍庫、エアコン生産の推移

アルゼンチン統計院(INDEC)の資料に寄れば、2000年から2005年前半までの家庭用冷蔵庫、冷凍庫並びにエアコンの生産量(台数)の推移は次の通りである。

表 2.1.2-2 アルゼンチンにおける家電製品の生産推移

(単位:台数)

製品	2000	2001	2002	2003	2004	2005
家庭用冷蔵庫	325,416	247,634	167,912	149,286	241,178	163,532 ^{*1}
家庭用冷凍庫	80,034	63,736	29,319	50,515	80,180	51,441 ^{*1}
家庭用エアコン	112,336	190,930	4,159	39,227	173,527	45,704 ^{*2}

*1:2006年1月～7月

*2:2006年1月～6月

Source: INDEC 資料より JICA 調査団作成

この生産推移について、2005年前半の同期間の生産量を2004年と比較してみると、冷蔵庫は80.2%増、冷凍庫は62.8%増、そしてエアコンは423.3%増の大幅な生産量の増加を示している。

2.1.2.3 ブラジルの家電用電化製品の動向について

ブラジルの2005年の家電製品販売台数は前年比12.8%増の約4千万台、その内テレビの販売台数は980万台を記録した。しかしながら、各家電製品につき、2004年の販売台数を100とすると、その中の白物家電の2005年指数は98.39で前年比1.61%の減少となり、家電製品の販売台数は2005年は12.8%の増加となっており、テレビとDVDプレーヤーへのシフトがうかがえる。

ブラジルの電気電子産業の国内市場規模は380億ドル(GDP比5%)で、過去5年間で40%の拡大となっており、生産性も向上している。そして輸入に占める電気電子産業の割合は20%の高水準である一方、輸出は年平均2桁の高い伸び率を継続している。2005年の電気電子産業の輸出額は77億6,700万ドルで、前年比45.3%の伸び、その内カーラジオを含む家庭用電化製品の輸出は9億千4百40万ドルで対前年比17.6%の伸びとなっている。また、電気電子産業における輸入総額は、2005年に151億3,100万ドルで対前年比19.5%の伸びで、輸出額の2倍となっている。本JICA開発調査の対象製品である冷蔵庫の輸出は2億5,330万ドルで2001年と比較すると、250.3%の伸びを示した。角度を変えて、メルコスール協定の準加盟国であるチリ側から白物家電の冷蔵庫、洗濯機、掃除機の3種類について輸入製品としてのメルコスール域内国からの状況を検証してみる。2005年の実績として冷蔵庫はブラジルからの輸入台数が45,627台で、総輸入台数の60.6%を占め、洗濯機については輸入台数でブラジルから2005年に5,732台、アルゼンチンから2,641台、全輸入の各々2.1%と1%となっている。更に掃除機は2005年ブラジルから4,845

台を輸入しており、これは総輸入台数の 1.1% である。チリは地理的理由からも冷蔵庫以外は APEC のアジア諸国からの輸入が多い。

2.2 調査対象製品と協力企業

調査対象製品と協力企業の選定に当たっては、JICAにて2003年6月11日に事前調査が実施され、4ヶ国各々に、下記の分野と製品並びに協力企業が選定された。(事前調査時)

国名	対象分野／製品	協力企業
アルゼンチン	食品加工(乳製品) シロモノ家電 (横型・縦型冷蔵庫)	SANCOR 破損率:7% FRIMETAL 破損率:横型6.2%、縦型2.4%
ブラジル	電化製品 (冷蔵庫、冷凍庫 エアコン、 オーディオビジュアル) 食品加工品 自動車部品	BSH(破損率:14%) Multibras ソニー、フィリップス、etc. Yoki Sabo
パラグアイ	食品加工品(乳製品)	Chortitzer
ウルグアイ	食品加工品(乳製品)	Conaprole

Source: JICA 調査団

その後、本格開発調査を前にして、インセプションレポートの時点では下記のごとく、対象製品並びに協力企業、さらに輸送環境調査のためのルート選定が成され、これを基本として本格調査を開始することとなった。

国名	対象製品	輸送ルート	協力企業
アルゼンチン	1 粉乳等の乳製品	(1) ラファエラーレスステンシアーアスンシオン(800km)	Williner 社
	2 オリーブ製品	(2) アイモガスターサンティアゴーレスステンシアーウルグアイアーナークリチーバ(BRA) (2,500km) (デモンストレーション・テスト: ブエノスアイレスーアイモガスタ)	NUCETE 社
	3 冷蔵庫、冷蔵ショーケース		(3) ロサリオーサンルイスーメンドーサーサンチャゴ(CHL) (1,500km) FRIMETAL 社
ブラジル	1 冷蔵庫	(1) オルトランジアーサンパウロレシフェ(2800 km)	BSH Group
	2 冷蔵庫等	(1)' ジョインビルーサンパウロレシフェ(3180 km)	Multibras S.A.
		(2-1) マナオスーベレン (1700 km river)	Multibras S.A.
		(2-2) ベレンーサンパウロ(3000 km)	Multibras S.A.

国名	対象製品	輸送ルート	協力企業
		(3) サンパウロ-ウルグアヤーナ(1800 km)	Multibras S.A.
パラグアイ	1 ロングライフ牛乳、低温殺菌牛乳、ヨーグルト、プリン、キヤラメル	(1) ローマ・プラターアスンシオン(480km) (2) ローマ・プラターベドロ・ファン・カバジェーロー (BRA) (560km) (3) アスンシオン-シウダ・デル・エステ (340km) (4) アスンシオン-エンカルナシオン (400km)	Chortitzer 社 Chortitzer 社 Chortitzer 社 Chortitzer 社
ウルグアイ	1 粉乳(輸出用)	(1)フロリダーモンテビデオ(100km) (2)モンテビデオ-チューイ(400km) (3)モンテビデオ-フライベントス(300km)	CONAPROLE 社 CONAPROLE 社 CONAPROLE 社

Source: JICA 調査団

各国にて輸送環境調査を実施する中で、食品加工品(主に乳製品)において、協力企業における輸送上、配送上の問題、第二次包装と第一次包装の技術的関心の焦点等々から変化が生じた。その結果として、輸送包装改善を前にして包装設計へ移行するに当たり、輸送環境調査の解析結果から、ラボラトリーテスト、実送テストの段階でのモデルプロジェクト対象製品と技術改善の焦点は次の表のごとくになった。これに対し、家電製品に関しては、一部マネージメントの異動により、スケジュールの遅れが生じたり、ブラジルではエアコン屋外機の輸送環境調査も実施を行ったが、最終的には対象製品は冷蔵庫に固定された。

国名	対象分野/製品	協力企業
アルゼンチン	冷蔵庫 乳製品(ヨーグルト、長期保存牛乳、ミルクジャム) オリーブ製品 植物油	FRIMETAL Willner Mastellone NUCETE Molinos
ブラジル	冷蔵庫 エアコン屋外機	BSH Multibras Klabin(包装資材メーカー)
パラグアイ	乳製品(ヨーグルト、パウチ入り牛乳)	Chortitzer
ウルグアイ	乳製品(ヨーグルト、パウチ入り牛乳)	Conaprole

Source: JICA 調査団

2.2.1 食品加工品(乳製品)

アルゼンチンの乳製品製造企業は 800 社ほどあるが、ほとんどがブエノスアイレスから北へ 800km ほどのラファエラ付近に集中し、代表的なものは 10 社ほどで、下記 12 社で輸出の 97%を占めており、最大の輸出先はブラジルで、全体の 66%、次いでパラグアイ向けが 9%、第 3 位が米国向け 7%である。

Sancor Coop. Unidas Ltda.	Verónica S.A.C.I.A.F.I.
Mastellone Hermanos S.A.	Parmalat Argentina S.A.
Nestlé Argentina S.A.	Cabaña y Estancia Santa Rosa S.A.
Molfino Hermanos S.A.	Remotti S.A.
Milkaut S.A.	Danone S.A.
Williner S.A.	Manfrey Coop

Source: 1991～2001、INDEC

これで検証しても、アルゼンチンの乳製品輸出のメルコスール域内依存度がうかがえる。また、本 JICA 開発調査でこの表の中にある大手の一手、Williner S.A.は協力企業である。ラファエラアスンシオン(パラグアイ)ルートの他、ラファエラ-ネウケン(南部)ルートの輸送環境調査に協力すると共に、ダミー荷物の荷扱調査にも協力した。

アルゼンチンで二番目の大手 Mastellone 社もまた協力企業である。この会社はチリへ輸出する製品(ミルクジャム Dulce de Leche)のトラック輸送の途上での製品損傷の悩みがあり、JICA 調査団は個包装改善にかかわる試作を試み、ラボラトリーテストを重ね改善を提案した。

一方、パラグアイとウルグアイは共に対象製品が乳製品に限られ、その協力企業であるパラグアイの Choritizer 社、ウルグアイの Conaprole 社は、共に国内マーケットシェア 60%以上を占める代表的な企業である。Choritizer 社はブラジル、ボリビアへ輸出し、Conaprole 社はブラジル、一部アルゼンチンへも輸出をしている。

本 JICA 開発調査ではパラグアイの Choritizer 社はカウンターパートと共に、トップマネジメントが一体となって協力態勢を組み、自社製品の国内輸送ルート並びにブラジル・カンポグランデへの輸出(主に長期保存牛乳)ルートの調査協力を行った。またブラジル・カンピーナスで開催したブラジル側カウンターパート協力に基づくワークショップ(WS)においても、Choritizer 社はカンポグランデよりパレット積みの長期保存牛乳のサンプル供与を行い、ラボラトリーテストに役立つ協力を行った。

ウルグアイの Conaprole 社はヨーグルト、パウチ入り牛乳、バター製品の輸送環境調査にカウンターパートと共にウルグアイ国内東西南北の主要ルート全てに協力した。

これらパラグアイ及びウルグアイの両国においては、本 JICA 開発調査の後半で乳製品の一次包装(個包装)に特化する形式で調査が進められ、主にヨーグルトの蓋の資材面の改善による製品損傷軽減、パウチ入り牛乳のシール部分のヒート条件と包装資材の改良等により、モデルテストを実施し、改善包装設計へのアドバイスを実施した。

調査対象製品である食品加工品の中で、乳製品以外の分野ではアルゼンチン北西部アンデス山脈側に拠点をおき、ブラジル、アメリカ、カナダへ輸出しているオリーブ製品製造の NUCETE 社が協力した。NUCETE 社はブエノスアイレスーアイモガスタ間輸送環境デモンストレーションテスト、ブラジル・クリチバへの輸出ルートであるアイモガスターイグアスークリチバ(アルゼンチン北部経由ルート)ルート等の調査に協力した。また、ブラジル・カンピーナスで開催したワークショップにおいても、ブラジルブランドによる販売拠点クリチバからパレット積みパウチ入りオリーブ製品を供与並びにエンジニアのワークショップ参加等の協力が NUCETE 社ブラジル法人 Vale Fertil 社から得られた。

2.2.2 家庭電化製品

家電電化製品の調査対象製品は、最終的に冷蔵庫(300リットル～400リットル)に絞られた。(ブラジルではエアコン屋外機のマナウスーベレムーサンパウロ・ルートの輸送環境調査が実施されたが。)

アルゼンチンではロサリオに工場がある FRIMETAL 社の協力が得られた。FRIMETAL 社はチリ資本で冷蔵庫を生産し、アルゼンチン国内で販売している。FRIMETAL 社はその販売輸送ルートであるロサリオーブエノスアイレス間の輸送環境調査、並びに改善包装設計に基づいての試作品による同ルート間で繰り返し行われたモデルプロジェクトに協力した。

一方ブラジルでは、冷蔵庫をはじめ、家電白物生産大手の BSH 社と Multibras 社2社の協力と、この2社に対し包装資材を供与している Klabin 社の協力を同時に得ることが出来た。この3社は工場が BSH 社はオルトランジア、Multibras 社はジョインビル、Klabin 社はサンパウロ、と夫々離れた場所にあり、カウンターパート所在地であるカンピーナス、リオデジャネイロとのコーディネーションにカンピーナスのカウンターパートの努力が大きかった。そして広大な国土の輸送ルートで、対象製品の主要輸送ルートである、北東ブラジルの拠点であるレシフェへ各工場から片道 3,000km の輸送環境調査、並びにチリへの輸出ルートであるジョインビルーウルグアイアナー(アルゼンチン・メンドーサ経由)ーチリ・サンチャゴ間の輸送環境調査は、ブラジル、アルゼンチン各カウンターパートと協力企業のコンビネーションで JICA 調査団と共に実施され効果を上げた。

包装改善設計に関しては、包装資材の近い将来の環境問題への視点を含め、ブラジルではダンボール材を主体とする資材活用にて試作を行い、モデルプロジェクトを実施した。

第 3 章 調査実施の設備・機材

第3章 調査実施の設備・機材

3.1 既存機材活用計画

3.1.1 各カウンターパート研究所既設設備活用計画

3.1.1.1 概要

JICA 調査団は各国カウンターパートの研究所が所有する既存の設備について調査し、検証した。そして後の輸送環境調査の段階で計画されている包装パフォーマンス・テスト並びに包装設計を遂行するための活用計画を作成した。

(1) 設備調査並びに検証期間

- 1) 2004年11月30日～12月17日
- 2) 2005年2月8日～2月24日

(2) 対象機材並びに機具

- 1) 実験室試験のための既存機材及び機具即ち、振動、圧縮、衝撃試験設備
- 2) 包装資材用パフォーマンス・テスト用既存機材及び機具

3.1.2 最適包装設計を実施する際に必要な試験用機材

図 3.1-1 及び 2 のごとく各試験機材につき、活用上の提言をまとめると共に、各機材及び機具の検証結果を示し、2005年3月10日のアルゼンチン INTI 会議室における第1回4ヶ国合同会議において説明を行った。但し、CETEAの設備に付いてINMETROより意見が出され調査団の検証結果について振動テスト(Item 2)及び衝撃テスト(Item 3)で使用されるソフトウェア・システムはItem 7の加速計測システムで対応可能との意見を入れた。

3.1.3 包装資材に係る試験用機材

図 3.1-1 に各カウンターパートが所有する包装資材にかかわる試験用機材リストを示す。

メルコスール域内産品流通のための包装技術向上計画第1次現地調査その2

包装試験機材活用計画

1.各国が保有する包装試験機と活用計画

	① 圧縮試験機	② 振動試験機	③ 衝撃試験機	④ 落下試験機	⑤ 電磁バック	⑥ 傾斜衝撃試験機	⑦ 加速度計測装置	⑧ 温湿度試験室	⑨ 繰荷材試験機
A	アルゼンチン 最大負荷の2倍、それ以上の試験機はB-①の試験機を活用する	ランダム信号発生器、制振器の整備が必要。	繰荷体の整備必要。U-Pの要請があれば活用を承諾する。 (整備要)	U-Pの要請があれば活用を承諾する	B-Pの要請があれば活用を承諾する	B-U-Pの要請があれば活用を承諾する	B-U-Pの要請があれば貸し出しを承諾する		B-U-Pの要請があれば活用を承諾する。 (整備要)
B									保有設備なし
U		A-U-Pの要請があれば活用を承諾する	U-Pの要請があれば活用を承諾する	U-Pの要請があれば活用を承諾する	試験品寸法が大きく、落下操作が困難な場合はA-⑤、U-⑤を活用する	傾斜衝撃試験の必要が生じた場合はA-⑥を活用する		P-Aの要請があれば活用を承諾する	繰荷材試験の必要が生じた場合はA-①を活用する
P		最大負荷の2倍、それ以上の試験機を活用する	ランダム試験はB-A-③又はB-③を活用する	試験品の寸法が大きい場合はA-④又はB-④を活用する	B-Pの要請があれば活用を承諾する	傾斜衝撃試験の必要が生じた場合はA-⑥を活用する	加速度計測の必要が生じた場合はA-⑦を活用する	P-Aの要請があれば活用を承諾する	繰荷材試験の必要が生じた場合はA-①を活用する
	目的に応じてA-①・B-①・U-①の試験機を活用する	B-②を活用する	A-③又はB-③を活用する	A-④又はB-④を活用する	A-⑤又はU-⑤を活用する	傾斜衝撃試験の必要が生じた場合はA-⑥を活用する	加速度計測の必要が生じた場合はA-⑦を活用する	P-⑧・B-⑧・A-⑧を活用する	繰荷材試験の必要が生じた場合はA-①を活用する

3. 活用計画に対する協議事項及び各国のコメント

アルゼンチン
(コメント)
今までの数々のJICA調査団に要請したが、本プロジェクトの目的を効果的に達成するために必要な振動・衝撃・温湿度試験機・高高度試験機を購入するためには、JICAの支援が必要である。この支援が受けられない場合には、INITIは、その予算で、必要と思われる役割を果たす機材を準備するよう努力する。

ブラジル
(協議事項)
保有する包装試験機に付いて、関係国が活用する事に付いて快く合意を得た。
保有しない包装試験機に付いてはこの国の試験機を使用するかを決め、相手国に使用の要請をする事とした。
又、協力企業が保有する試験機の仕様を把握する事を要請し、了解を得た。

ウルグアイ
(協議事項)
保有する包装試験機に付いて、関係国が活用する事に付いて快く合意を得た。
保有しない包装試験機に付いてはこの国の試験機を使用するかを決め、相手国に使用の要請をする事とした。

パラグアイ
(協議事項)
保有しない包装試験機に付いてはこの国の試験機を使用するかを決め、相手国に使用の要請をする事とした。

10/03/2005

JICA - 調査団

2. 各国における機材状況と今後について (JICA調査団コメント)

アルゼンチン
必要とする包装試験機を保有するが、未整備に伴う試験機の性能低下が見られる。
試験機の整備や、制御器・部品の更新により試験機の性能確保を願いたい。
特に振動試験機は重要な試験機であり、ランダム制御器の更新を希望する。

ブラジル
多くの包装試験機を保有し、整備も計画的に実施され活用には問題はない。
⑨繰荷材試験機の購入計画があり、購入後はウルグアイ・パラグアイに試験機の使用を承諾されたい、又、協力企業にも一部の試験機を保有している情報を得たいが、機種・仕様を把握し、試験の効率化などに活用願いたい。

ウルグアイ
5項目の包装試験機を保有するが、①圧縮試験機②振動試験機③落下試験機において性能に制約があるため、必要が生じた場合は関係国の試験機を使用願いたい。

パラグアイ
現時点において包装試験機の保有は無く、関係国の試験機を活用する事になる。
尚、別のJICAプロジェクトにおいて、2006年3月末までの計画で、温湿度試験機・圧縮試験機・落下試験機等の導入が計画されており、導入時には関係国の使用も承諾願いたい。

図 3.1-1 包装試験機材活用計画

10/03/2005
JICA 調査団

メルコスール域内産品流通のための包装技術向上計画第1次現地調査その2
各国が保有する機材リスト及び状況

各国が保有する包装試験機

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
	圧縮試験機	振動試験機	衝撃試験機	落下試験機	電磁アック	傾斜衝撃試験機	加速度計測器	温湿度試験室	縦衝圧縮試験機
A	アルゼンチン 評価	平面台1.26×1.26m最大負荷5t、使用可。計測記録が旧式のヒンガラ7式	ランダム振動にはランダム制御器の更新が必要。	供試品最大重量100kg落下高さ30~120mm正常に動作中。使用可。	切り離し最大荷重500kgf使用可。	供試品最大寸法1.25×1.25×1.25m質量300kg。実動可	FFTアナライザは正常。センサ等を含めた計測装置の性能確認要。	試験室は温度制御のみ。恒温高湿室は加湿機能不調。主要部品の老朽化も著しい。	加速度センサが故障、整備要。
B	ブラジル 評価	油圧式ランダム振動可 振幅1.5×1.5m振動数3~500Hz 加振力5000kgf 近々に同タイプで1.0×1.0m入荷予定	落下700×0.8m 使用可。正波半波・台形波の試験が可能。	落下高さ0.6~6m。使用可。	電磁式ではないが手動式フック。使用可	Equipment not available	Equipment not available	Equipment not available	Equipment not available
U	ウルグアイ 評価	平面台1.5×1.5m最大高さ2.2m最大負荷2.5t 使用可。	Equipment not available	最大重量75kg長さ1.5m幅0.5m最大落下高さ3m。使用可。	最大落下高さ4m 最大荷重500kgf。使用可。	Equipment not available	Equipment not available	小形から大型まで恒温高湿槽(庫)を保有し使用可能である。	Equipment not available
P	パラグアイ 評価	左: 最大負荷0t。右: 振動中修理時間未定。右下: 小型タイプ最大負荷2t使用可。	Equipment not available	Equipment not available	Equipment not available	Equipment not available	Equipment not available	Equipment not available	Equipment not available

図 3.1-2 4ヶ国が保有する包装試験機材リスト及び状況

2005/3/10

JICA調査団

メルコスール域内産品流通のための包装技術向上計画第1次現地調査その2

包装資材の性能測定主要機材(参考) 一各国保有状況一

注) 上記は、段ボール等の包装資材そのものの性能測定を行う機材で、本調査を遂行する上で必須のものではないが、包装資材の健全な材質のうえに成り立っているため将来的にはこれらの機材の整備が望まれる。





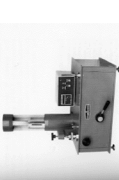
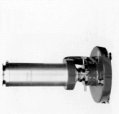







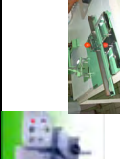
リングラッシュテスター	ミューレン破裂度試験機	エルメント引裂試験機	引張り試験機	ベック平滑度試験機	透気度試験機	シールテスター
						
段ボール原紙(ライナー・中しん)及び板紙の圧縮強さを、リングラッシュ法にて測定する試験機。	紙、板紙、段ボールシート等の引張り強さを調べる試験機。2つの環状の平行面間で試験片を締め付け、ゴム膜を介して圧力をかけ、試験片が破裂した時の値を読む。	段ボール箱としての破れ易さを評価する試験機で、シートを一定の長さ引き裂く時に失う、扇形破片の位置とエネルギーによって評価する。	紙、プラスチックフィルム、シート類の引張り強さと伸び易さを測定する試験機である。段ボールの配合適正、段線適正等の評価にも利用できる。	紙の表面の凹凸状態を評価する試験機で、表面に接する空気が一定量流れる時間を測定する。平滑度は印刷適正の評価と異なる。	紙の裏から裏への空気の通り易さを測定する。紙の密度、吸水性、印刷適正の他に、段ボール容器のハキーム作業に対する適正の管理にも利用できる。	パッケージの漏れ、シール強度を測定。パッケージにエアールを送り内圧をかけ、漏れ、破裂強度を測定する。
アルゼンチン ○ ブラジル ○ ウルグアイ ○ パラグアイ ×	アルゼンチン ○ ブラジル ○ ウルグアイ ○ パラグアイ ○	アルゼンチン ○ ブラジル ○ ウルグアイ ○ パラグアイ ○	アルゼンチン ○ ブラジル ○ ウルグアイ ○ パラグアイ ×	アルゼンチン ○ ブラジル × ウルグアイ ○ パラグアイ ×	アルゼンチン ○ ブラジル ○ ウルグアイ ○ パラグアイ ×	アルゼンチン × ブラジル × ウルグアイ × パラグアイ ×
MIT耐折強さ試験機	バンクチュアテスター	接着カテスター	標準精密打抜器	耐摩耗試験機	摩擦測定器	サンプルカッター
						
紙、板紙及びプラスチック等の耐折曲げ強さ試験に使用する。段ボールの重線の割れ易さの評価ができる。	段ボールシートに本箱の角等が突き刺さった際の抵抗力を評価する。角錐がシートを突き抜けるのに要するエネルギーを測定する。破裂試験のできない三層段ボールにも使用できる。	圧縮試験、リングラッシュ等の圧縮機構を利用し、段ボールシートにライナーと中しんとの接合部の引き裂き抵抗を測定する。段ボールの品質管理に使用。	試験片の採取を正確に行うために、せん断押し切り法により規定寸法の試験片を作る装置。	厚紙、段ボールの耐摩耗強さを試験する装置。表面に弧を描くように抵抗を与えた時の表面の耐摩耗性(印刷寸れ等)を評価する。	紙、プラスチックフィルム、及び段ボールの摩擦係数を測定する。包装資材の作業性評価、荷崩れの危険防止等のため、滑り易さを調べることができる。	材料の引張り、圧縮等の試験片にバラつきが生じないよう、一定の寸法に作成する装置。
アルゼンチン × ブラジル ○ ウルグアイ ○ パラグアイ ×	アルゼンチン ○ ブラジル ○ ウルグアイ ○ パラグアイ ×	アルゼンチン × ブラジル ○ ウルグアイ ○ パラグアイ ×	アルゼンチン ○ ブラジル ○ ウルグアイ ○ パラグアイ ×	アルゼンチン ○ ブラジル × ウルグアイ ○ パラグアイ ○	アルゼンチン ○ ブラジル ○ ウルグアイ ○ パラグアイ ○	アルゼンチン ○ ブラジル ○ ウルグアイ ○ パラグアイ ×

図 3.1-3 包装資材に係る試験用機材

3.1.4 JICA 南南協力プロジェクト機材活用

本 JICA 開発調査においては、ラボラトリーテストを調査プロセス内で実施するには、4ヶ国カウンターパート間で既存試験機材並びに設備の格差という問題点があった。第1年次現地調査において既存設備の活用に係わる機材の確認が実施され、アルゼンチンとブラジル両国については、その設備、機材はほぼ整っていたが、パラグアイとウルグアイ両国においては、ほとんど整備されていない状態であった。従って、パラグアイ、ウルグアイ両国の二次包装における振動、衝撃、落下テストを行うためにはパレット積み等の状態で、アルゼンチン、ブラジル両国のどちらかへテストを委託するという方式を確立し、両国カウンターパートの了承を得た。その後、調査過程において食品加工品(主に乳製品)を対象製品としたアルゼンチン、パラグアイ、ウルグアイの3ヶ国で、その破損原因並びに、協力企業の損傷回避の共通の問題点は個包装に特化される傾向となった。このような状況下で、ラボテストの設備が整っていないパラグアイのカウンターパート(INTN)の研究設備において、JICA の別プロジェクトとして同時並行的に『JICA 南南協力プロジェクト』がスタートした。

この協力方式は、INTN の研究設備を拡張するため、建屋、基礎、設備機材の調達、設置、人材開発(設備、機材に係わる操作、技術研修実施)をプロジェクトマネジメントとしてアルゼンチンの INTI が実施するというプロジェクトであった。

この南南プロジェクトの設備機材の中にヒートシール、落下試験機、剥離試験機が含まれており、このうち落下試験機については、個包装単品に対する落下試験にはアタッチメントの関係から活用できず、他の2機材は活用できることが判明した。

ヒートシール試験機材は、温度、圧力、時間のコントロールと片面、両面加熱がアタッチメントの交換により可能で、協力企業の工場設備の既存生産ラインと条件を照合しながら、LDPE、L-LDPE のシーラント材の条件を変えて試験し、その結果をコンピューターコントロールによる剥離試験機によって剥離試験を実施、活用することとした。



ヒートシール試験機



引っ張り試験機

Source: JICA 調査団

図 3.1.4-1 南南協カプロジェクト設備機材

この JICA 別プロジェクトの試験機材活用は JICA 調査団、カウンターパート(本メルコスール包装技術プロジェクト担当)、協力企業技術スタッフの作業に対し、アルゼンチン INTI のスーパーバイズにより研修中の INTN スタッフも参加し、非常に有効な活用であった。

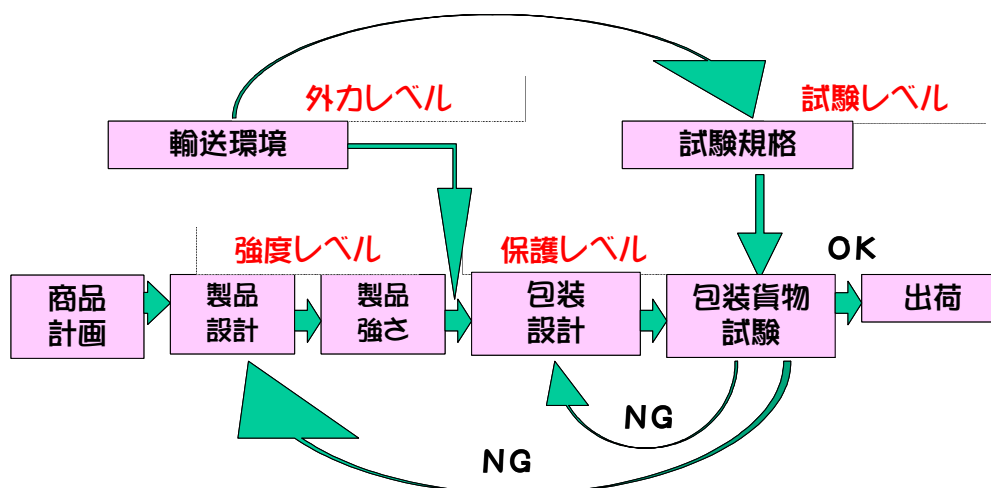
このラボラトリーテストの詳細な試験状況については、本報告書第 7 章 7.3.3 項に記載した。

3.2 輸送環境調査計測機材

3.2.1 包装開発の基本的な流れ(5ステップ)

工業製品の包装開発は、図 3.2-1 に示すフローに沿って行われる。輸送環境のなかで包装品が受ける外力を調査し、事故率が所定の値になるような外力のレベルを想定し、一定の係数を乗じて試験規格を設定する。係数の設定に当たっては、製品の特性や企業の社会的信用への影響度など様々な条件を考慮して、数値を設定する必要がある。包装設計者は、この試験規格に十分耐え得るように、包装設計しなければならない。

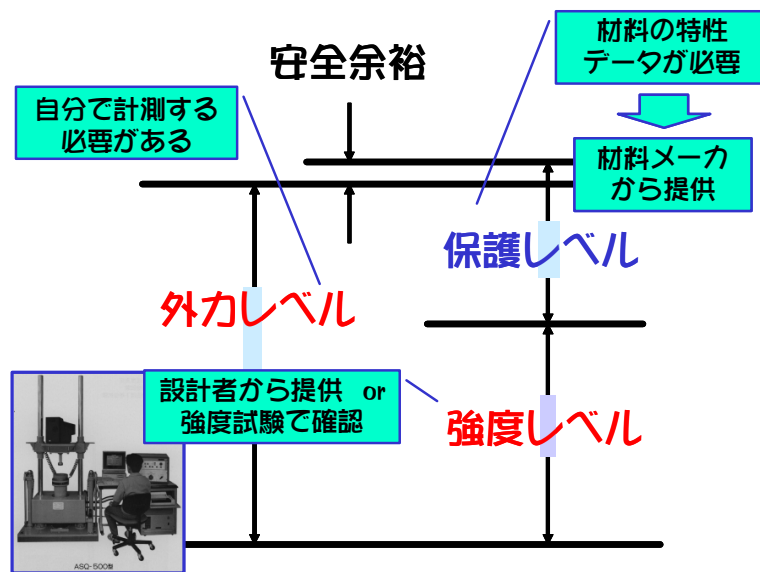
図 3.2-2 に示すように外力に対抗する包装品の強度は、製品そのものが持つ強度と、包装の保護レベルの合算値である。すなわち、製品そのものの強度が大きければ、包装の保護レベルは小さくて済む。製品の強度と包装の保護性の兼ね合いを勘案して、最適な包装の保護レベルを決定し、包装設計を進めていくのが包装開発の基本である。



$$\begin{aligned} \text{外力レベル} - \text{強度レベル} &\leq \text{保護レベル} \\ \text{外力レベル} \times K &= \text{試験レベル} \\ K : \text{係数 (試験の種類によって異なる)} \end{aligned}$$

Source: JICA 調査団

図 3.2-1 包装開発の基本的な流れ(5ステップ)



Source: JICA 調査団

図 3.2-2 製品強さ、外力、包装の保護性の関係

3.2.2 輸送環境試験用デジタル衝撃記録計

輸送環境調査用デジタル記録計は特殊な測定器であるため、製造しているメーカーは世界でも次表に示す6社に限られる。これらのメーカーの代表的な機種の外観と概略仕様を、図3.2-3と表3.2-1に示しておく。今回の輸送環境調査では、吉田精機(株)のDER-SMARTと、Lansmont社のSAVER 3X90を使用した。



Source: 計測機器製造各社 HP より JICA 調査団作成

図 3.2-3 輸送環境調査用デジタル衝撃記録計

表 3.2-1 輸送環境調査用デジタル記録計の仕様

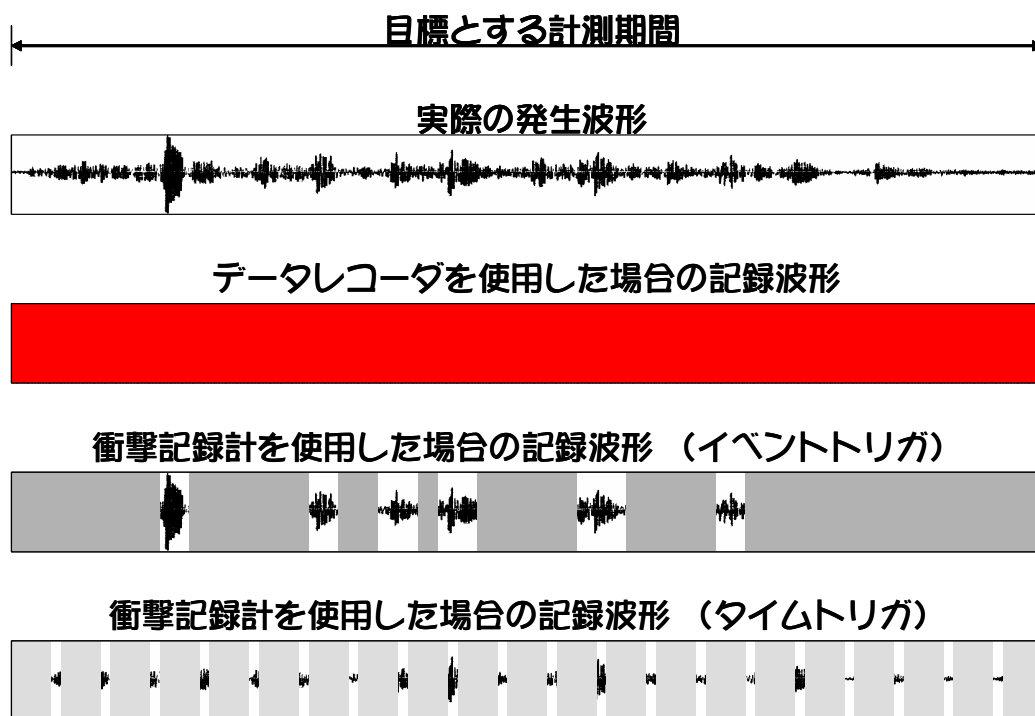
メーカー	吉田精機	共和電業	CBC materials
型式	DER-SMART	RSD-33A	IM7000 シリーズ
計測範囲	10,50,200G	10,20,50,100,200G	40,80,120G
センサ数	内蔵 or 外部-3	内蔵 or 外部-3	内蔵-3
A-D	12bit	12bit	記載なし
フレーム長	512-4,096	512, 2,048	512-2,048
サンプリング	0.25-10ms	0.25-32ms	1,2,5,10ms
メモリサイズ	64MB	記載なし	2MB
記録可能波形数	20,000	330	512
プリトリガ	フレーム長の 20-60%	フレーム長の 1/8 刻み	可能
連続計測日数	48 日	50 日	30 日
寸法	123×112×70	167×134×118	170×122×76
質量	900g	2,700g	2,000g

メーカー	IMV	IST	Lansmont
型式	TR-0220	EDR-3/4	SAVER3X90
計測範囲	10,20,50,200G	10,50,200G	10~200G
センサ数	内蔵-3、外部-3	内蔵-3	内蔵-3 or 外部-1
A-D	記載なし	10bit	16bit
フレーム長	1,280-5,120	512	10~16,384
サンプリング	0.2~4ms	0.3ms	0.2-20ms
メモリサイズ	35 分間相当	108MB	128MB
記録データ数	35分	3,910	35,951
プリトリガ	記載なし	可能	0~100%
連続計測日数	20 日	30 日	90 日
寸法	150×150×80	107×112×56	95×74×43
質量	2,000g	1,000g	473kg

Source: 計測機器製造各社 HP より、JICA 調査団作成

3.2.3 振動波形の記録

実際に製品が受ける振動を解析する際、最も望ましい方法は、全波形をデータレコーダーに記録しこのデータを解析する方法である。しかし上記のデジタル衝撃記録計は、いずれもメモリーに制約があり、長期間の計測を行う場合全波形を記録することが不可能である。従って、イベントトリガーと呼ばれる、一定以上の加速度が発生した場合、例えばその前後 2 秒間の波形のみ記録する方法や、タイムトリガーと呼ばれる一定インターバルごとに一定時間波形を記録する方法が採られている。(図 3.2-4)



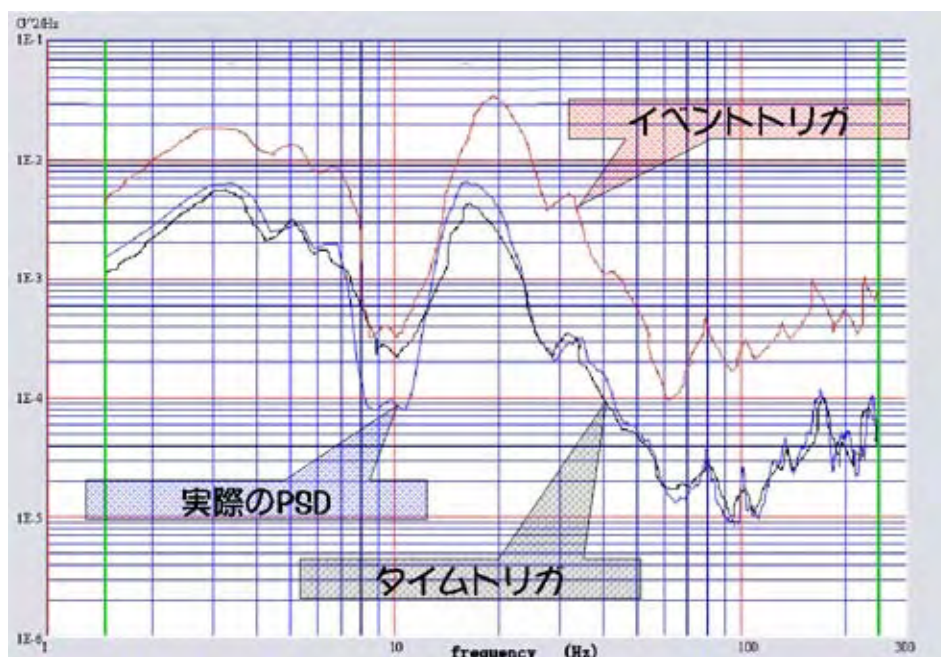
Source: JICA 調査団

図 3.2-4 振動波形の記録方法

イベントトリガーで記録された波形は大きな波形部分のみ記録するので、それを PSD 解析すると、実際の波形の PSD よりは過大になる。一方、タイムトリガーで記録された波形は、記録されない部分に大きな波形が発生することも考えられるので、PSD 解析結果は実際の波形の PSD より若干小さめになる。記録用メモリ量が十分であれば、実際の波形の PSD に限りなく近づくが、上記したとおり現状ではメモリの制約があるため、誤差のレベルを無視することはできない。

このため、デジタル衝撃記録計を使用して振動を記録する場合は、タイムトリガーを使用して PSD 解析を行うという方法が採用される。イベントトリガーによる PSD を使用すると過大設計となり不経済な包装設計になるためである。(図 3.2-5 参照)

なお、イベントトリガー方式でデータを採取し、このデータを使用することにより試験時間を短縮するという方法を採用している企業もある。この方式と全データに基づく解析結果との適合性については、今後の課題といえる。



Source: JICA 調査団

図 3.2-5 計測方法による PSD データの違い

3.2.4 GPS 機器との連携

GPS (Global Positioning System) の普及により、衛星からの信号を受け取ることでトラックの位置と時間を記録し、それと衝撃記録計を連動させることにより、トラックの速度といつ、どこで衝撃が記録されたかが簡単に記録できるようになってきている。

今回使用する衝撃記録計 (DER-SMART 及び SAVER3X90) は、いずれも GPS との連携が可能である。

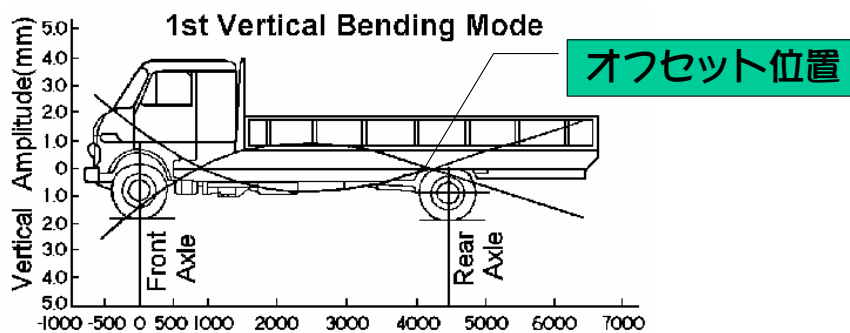
3.2.5 振動計測と輸送試験規格

ここからは輸送中の振動計測について説明する。

輸送環境を室内振動試験で再現するための規格制定 (改訂) を目的として輸送試験を行う場合、振動計測箇所はトラックの荷台であることが必要である。車両の振動特性は、様々な要素によって異なっている。要素としては、車両の種類 (大きさ、ホイールベース、サスペンション、荷台構造)、積み荷 (質量、位置、固定方法)、道路 (高速、一般、自動車専用道、舗装状況)、走行速度、天候などがある。この全ての要素を組み合わせると膨大な試験を行わねばならず、時間的、資金的な制約のある本調査での実施は不可能である。従って、輸送するルート、使用するトラック等、実際の輸送環境に合わせ、条件を絞り込んで試験を行わざるをえない。

3.2.5.1 センサーの取り付け位置

荷台の振動は場所によって異なっている。通常、図 3.2-6 に示すオフセット位置の加速度が最も小さく、荷台後端の加速度が最も大きい。特にロングボディでは顕著である。試験規格策定のためには、最悪条件を考慮する必要があるから、荷台後端のデータを中心にして纏める必要がある。

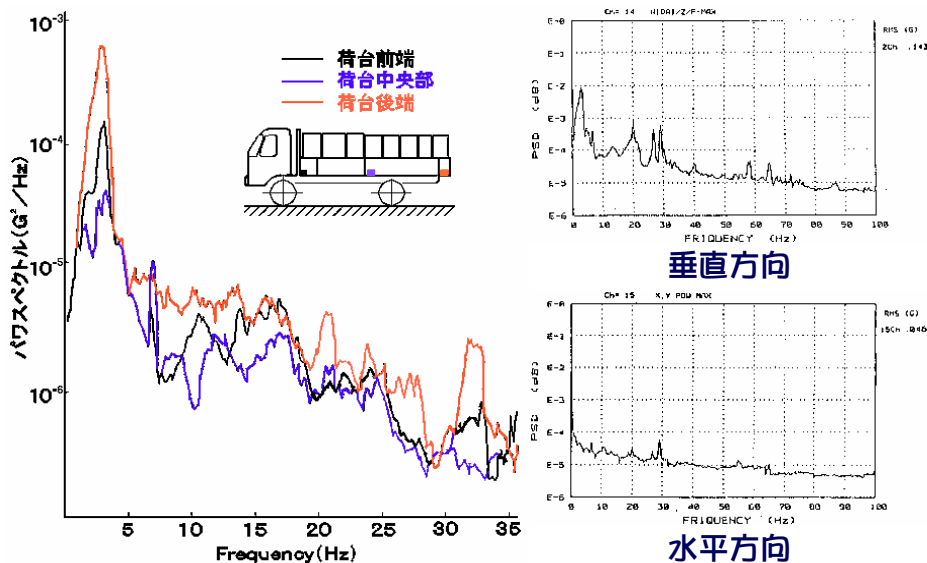


Source: 稲生武:大型車の振動と問題点、自動車技術 Vol.28, No.4, 1974

図 3.2-6 トラックの振動モード

3.2.5.2 X、Y、Z 方向の振動レベル

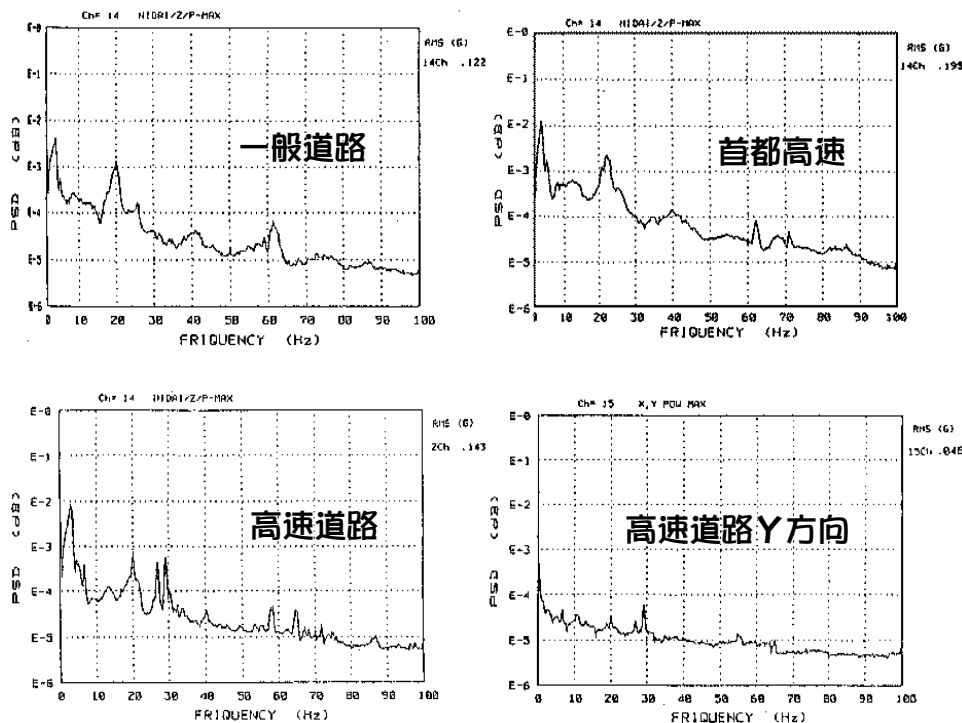
デジタル衝撃記録計は、内部に直交 3 軸方向の加速度を計測するための加速度計を内蔵している。計測に際しては、この 3 軸方向を X 方向(トラックの進行方向)、Y 方向(トラックの横方向)、Z 方向(トラックの上下方向)に合わせ発生加速度を計測する。このなかで最も支配的なものは Z 方向の加速度(振動)である。次に大きいのは Y 方向の加速度である。X 方向の加速度の最大値は、通常 0.4G 程度である。これはトラックが急停車や急発進を行ったときに発生する。タイヤと道路の摩擦係数がせいぜい 0.4 であるため、特別大きな凸凹や段差がなければ、X 方向の加速度も最大 0.4G 前後となる。いずれにせよ、X、Y 方向の加速度は Z 方向に比べ 1桁オーダー小さいため、トラックの荷台の振動加速度という場合、Z 方向の加速度を意味するのが普通である。(図 3.2-7 の垂直方向と水平方向の PSD を参照)



Source: 稲生武: 大型車の振動と問題点、自動車技術 Vol.28, No.4, 1974 より JICA 調査団作成
 図 3.2-7 荷台上の計測位置と計測方向の違いによる振動レベルの差

3.2.5.3 日本の道路の振動レベル

日本とメルコスールでは輸送環境そのものが異なるので一概に比較はできないが、参考のため日本の道路の一般的な PSD を図 3.2-8 に示す。



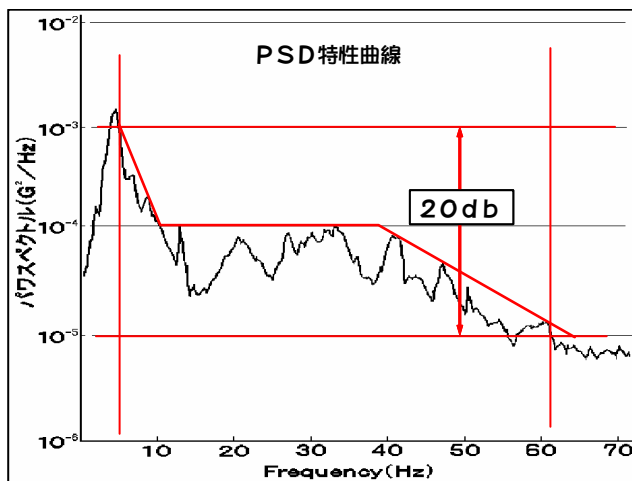
Source: JICA 調査団

図 3.2-8 日本の道路の一般的な振動特性

3.2.5.4 実振動計測結果から試験規格制定への手順

包装品の実験室レベルでの振動試験を行う場合、実際に測定した振動の PSD 解析結果に基づき、加振機の特性を考慮しながら、試験レベルを決定しなければならない。以下に試験レベル決定の手順を示しておく。

- (1) 実際の振動の PSD を単純化する(図 3.2-9)。その際、実質、低周波における最大値より 20dB 小さいところまでの周波数領域をカバーする実験を行えば十分である。

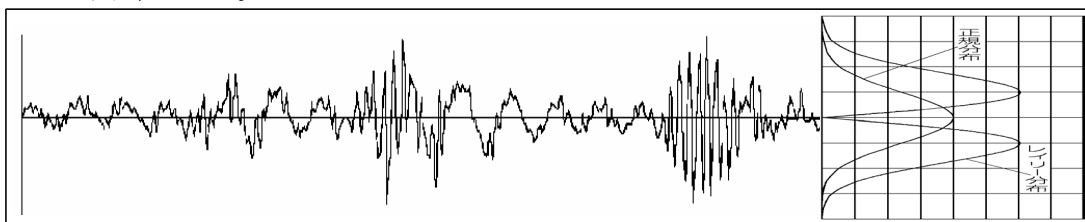


Source: JICA 調査団

図 3.2-9 PSD 特性の単純化

- (2) 実験室における振動試験時間が実際の輸送時間と同一であれば、上記の単純化された PSD で実験を行えばよい。しかし、通常は、試験時間を短縮するため、下記の理由により材料の S-N 特性に基づいて振動レベルをシフトアップすることができる。

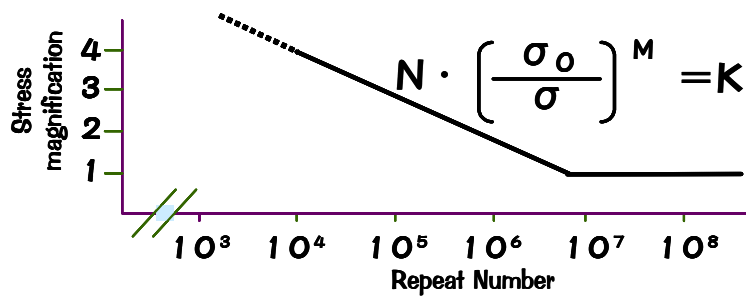
- 1) ランダム振動は経過頻度分布が正規分布となり、極値頻度分布がレイリー分布になるといふ特徴がある。



Source: JICA 調査団

図 3.2-10 ランダム振動波の特徴

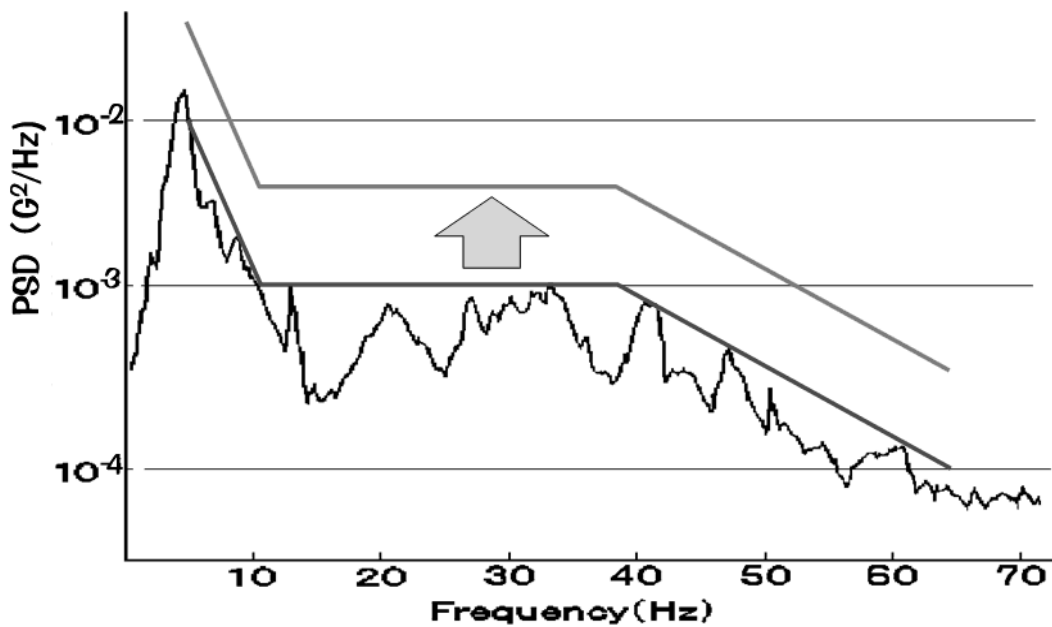
- 2) 繰り返し応力による脆弱部の疲労破壊は、材料の S-N 特性で説明できる。この特性は図 3.2-11 中の式で表現される。



Source: JICA 調査団

図 3.2-11 材料の S-N 曲線

- 3) 試験の振動レベルを、試験時間圧縮分に相当する量だけ図 3.2-12 に示すようにシフトアップする。

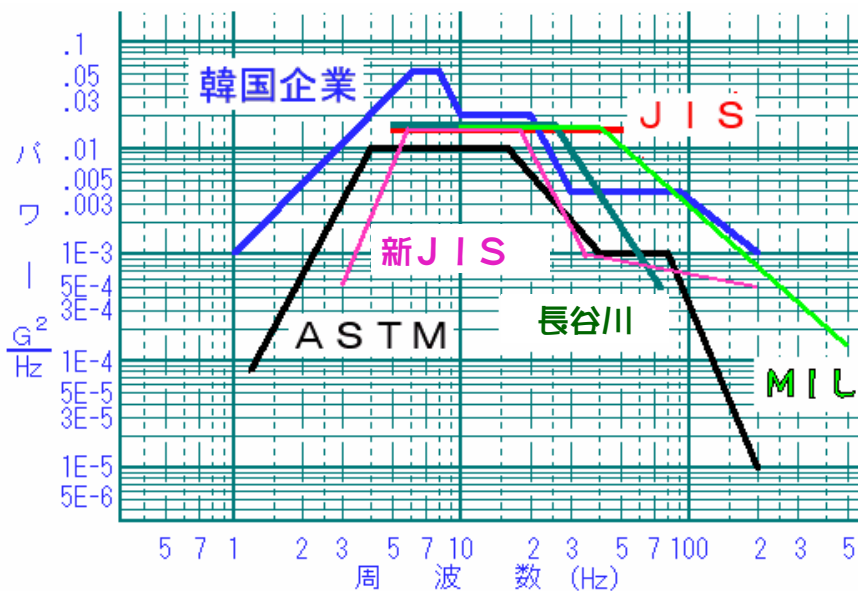


Source: JICA 調査団

図 3.2-12 試験レベルシフトによる試験時間圧縮

3.2.5.5 振動試験規格の例

図 3.2-13 に振動試験規格の例を示しておく。



Source: JICA 調査団

図 3.2-13 振動試験規格の例

3.2.6 衝撃計測と試験規格

ここからは物流過程に於ける衝撃計測について説明する。

衝撃計測は一般にダミー貨物を使用して実施されるが、このダミーの善し悪しにより、試験結果は大きく影響を受ける。また、計測結果の処理が正しく行われないと、誤った規格が制定されることになるため、データの解析についても十分な知識が必要である。

3.2.6.1 ダミー貨物

包装品は輸送中に振動を受けるだけでなく、主に荷扱い時に様々な衝撃を受ける。包装貨物は、このような衝撃に十分耐えられるだけの強度を持つ必要がある。従って、製品が荷扱い時に受ける予想される衝撃値を予測し、これに対して十分な保護性を確保した包装設計を行う必要がある。

荷扱い調査の輸送試験では、ダミー貨物に衝撃記録計を設置し、荷扱い時に包装品が受ける落下衝撃を計測することにより、包装品の落下高さや発生確率を統計的に求めるという手法を採っている。ダミー貨物を使用する理由は、実製品を使用すると共振の影響で正しいデータを得るのが難しいからである。ダミー貨物の特性(内部減衰、共振、衝撃、伝達特性、緩衝材、衝撃記録計の設置位置)により測定データは影響を受けるので、材質、板厚、構造、補強方法、外観等を勘案してダミー貨物の設計をしなければならない。図 3.2-14 は掃除機のダミー貨物の例である。



測定器取り付け状況 製品ダミー ダミー外観

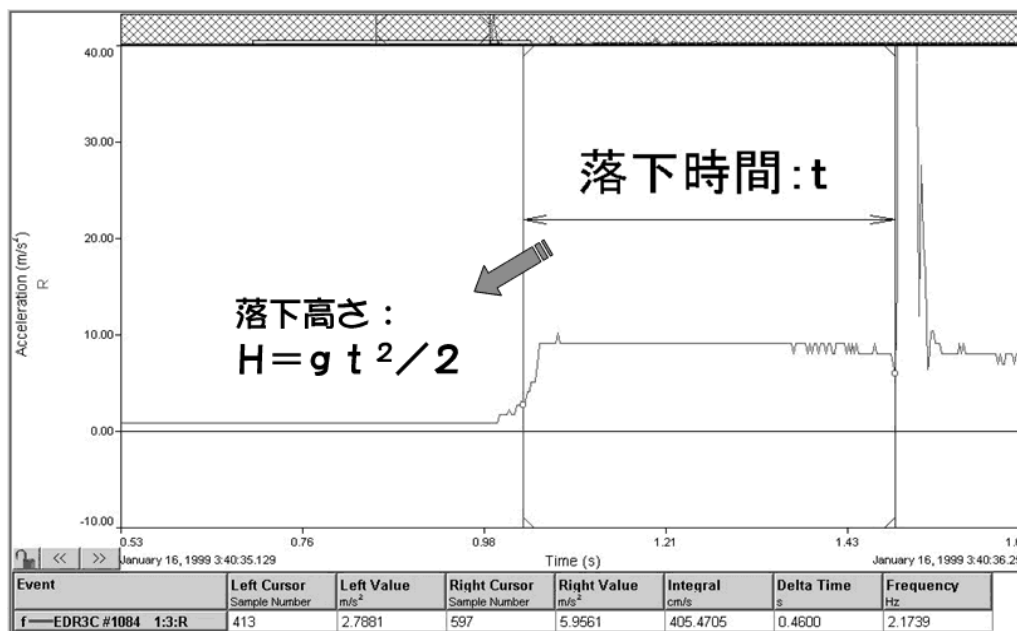
Source: JICA 調査団

図 3.2-14 試験用ダミー(掃除機)

3.2.6.2 加速度から落下高さへの変換

ダミー貨物に設置した衝撃記録計のデータを分析することにより、荷扱い時にダミー貨物が受けた落下高さを推定することができる。推定方法として、2種類ある。

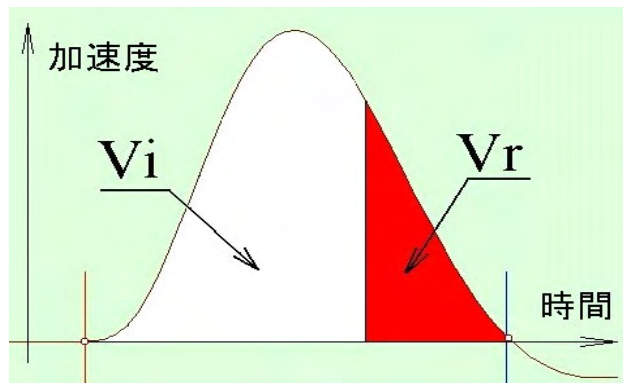
第1の方法は図 3.2-15 に示すように計測データから落下時間を求め、自由落下高さを計算で求める方法である。



Source: 柳原俊二: 輸送環境データの解析技術と記録計の最新情報、日本包装学会誌、10 (6), 2001

図 3.2-15 加速波形⇒落下高さ換算の方法(1)—フリーフォール解析—

もう一つの方法は、落下を受けた際に記録される加速度波形の面積から推定する方法である。(図 3.2-16)この方法では、反発係数(e)をあらかじめ求めておく必要がある。

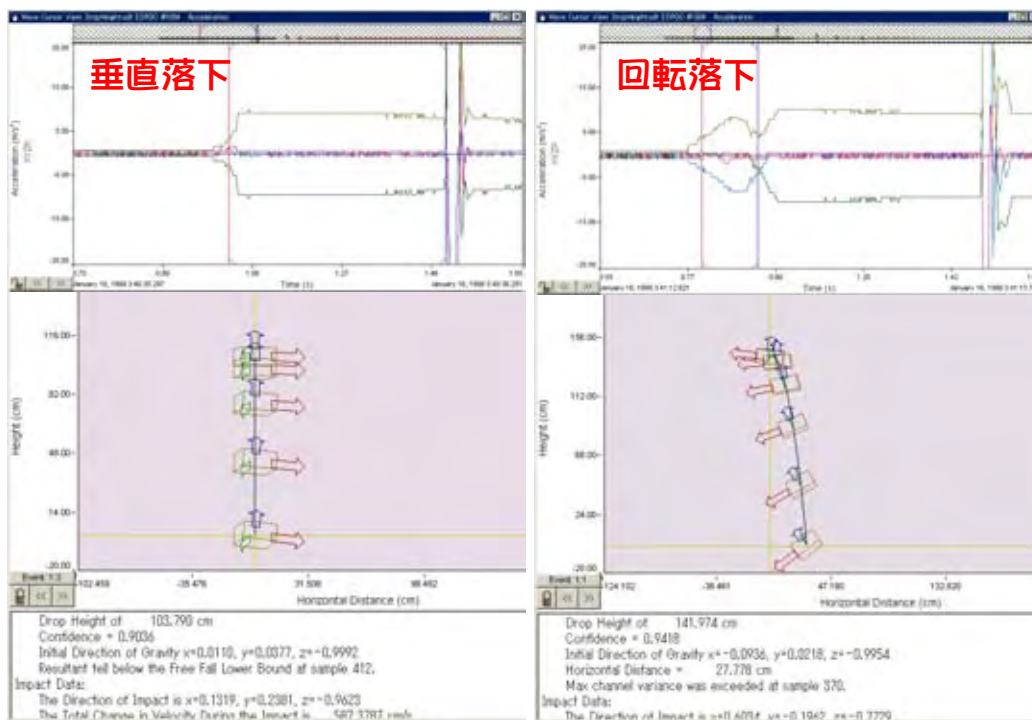


$$\Delta V = V_i + V_r = (1 + e) V_i$$

$$V_i = \sqrt{2gh}$$

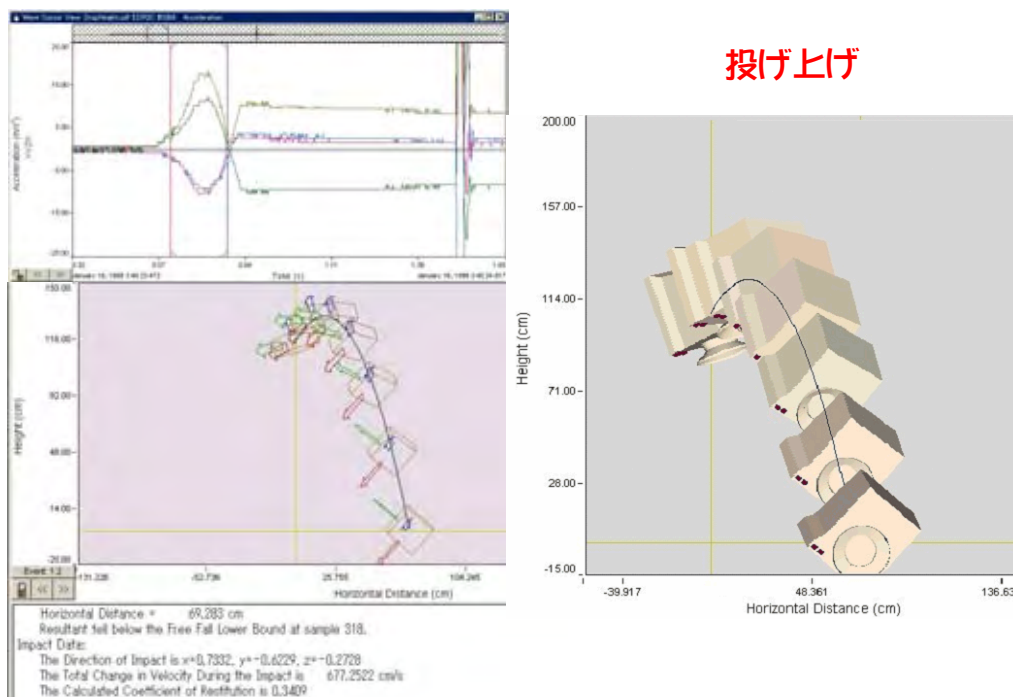
柳原俊二：輸送環境データの解析技術と記録計の最新情報、日本包装学会誌、10(6)、2001
 図 3.2-16 加速波形⇒落下高さ換算の方法(2)—波形面積換算法—

また、落下のモード(垂直落下、回転落下、投げ上げ)により、記録される波形が異なるので、波形観察により落下方向の推定が可能である。(図 3.2-17 及び 3.2-18 参照)



Source: 柳原俊二：輸送環境データの解析技術と記録計の最新情報、日本包装学会誌、10(6)、2001

図 3.2-17 落下方向解析(1)



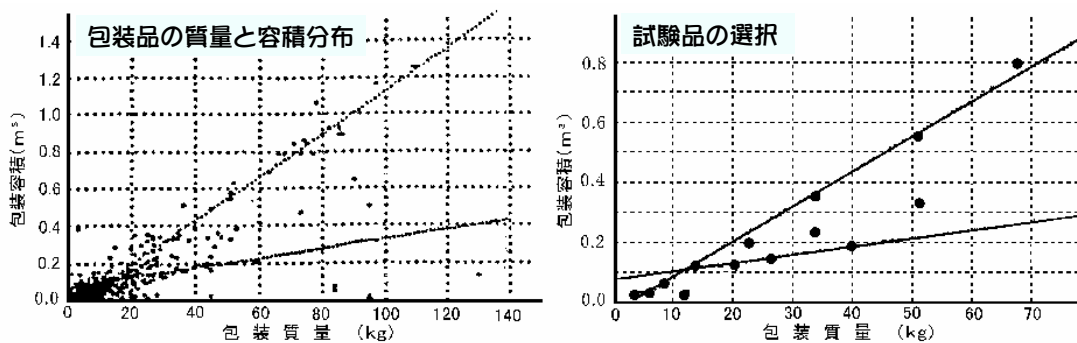
柳原俊二：輸送環境データの解析技術と記録計の最新情報、日本包装学会誌、10(6)、2001

図 3.2-18 落下方向解析(2)

3.2.6.3 試験品の選定

荷扱中の落下高さや落下状態は、包装品の質量・寸法によって異なる。この傾向を把握するため、試験品の質量・寸法は、対象とする包装品の質量・寸法を代表できるものを選定する必要がある。

このため対象製品の包装質量と寸法(容積)の分布をグラフ化し、グラフ上で製品をいくつかのブロックに分け、各ブロックの代表製品を試験品として選定するとよい。

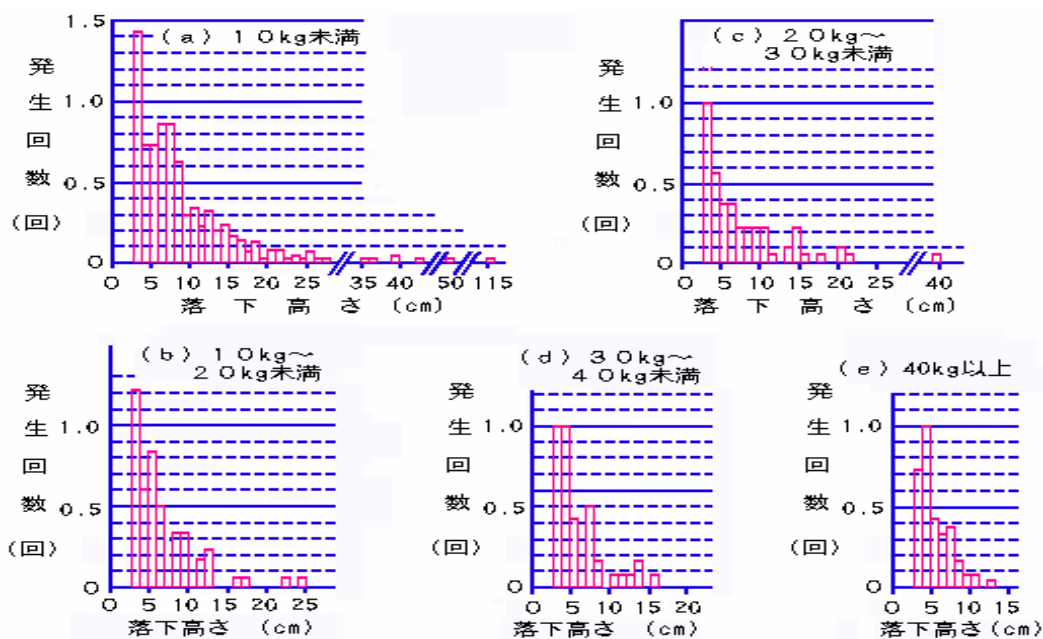


Source: JICA 調査団

図 3.2-19 試験品の選定

3.2.6.4 包装品の質量と落下高さの関係

荷扱いによって包装品が受ける落下高さは、包装の質量と容積により一定の傾向を示すため、ある程度の実験データがあれば統計的に推定可能である。図 3.2-20 は日本のあるメーカーで行った輸送試験の結果を纏めたものである。

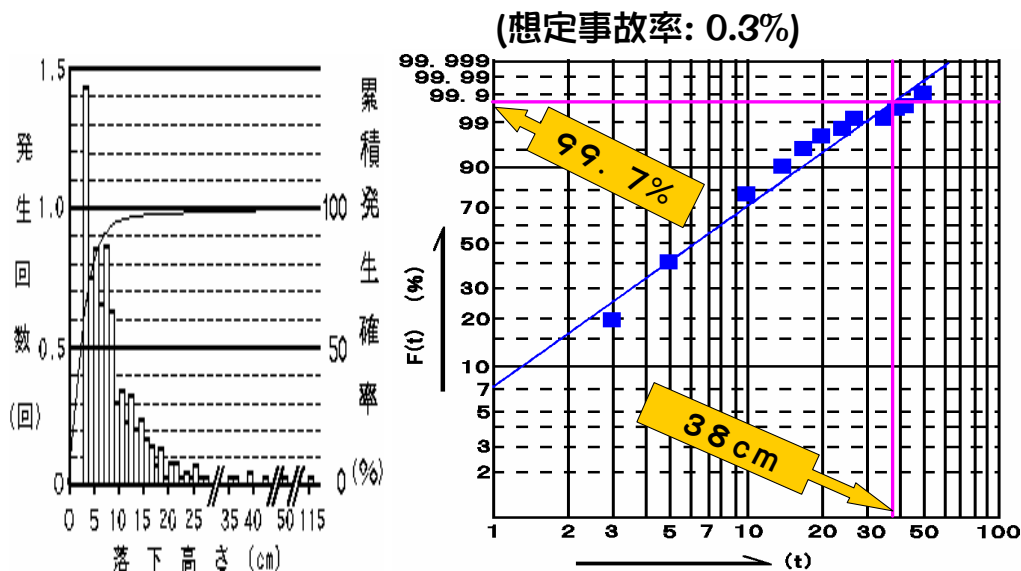


Source: JICA 調査団

図 3.2-20 包装質量と落下高さの関係(日本の企業のデータ)

落下高さは、それぞれの輸送環境により異なった値を示す事が判っているので、本調査でも独自にこれを計測してデータベースにまとめる必要がある。

次に、その商品について許容できる事故率を設定する(ここでは許容事故率を0.3%と仮定する)。落下高さの分布はワイブル分布に従うという前提の基に、包装品に生じる落下の累積確率が1 - 許容事故率(この場合、1-0.03だから99.7%)になる落下高さを算出する。ワイブル確率紙上でこの値を求める方法を、図 3.2-21 に示しておく。



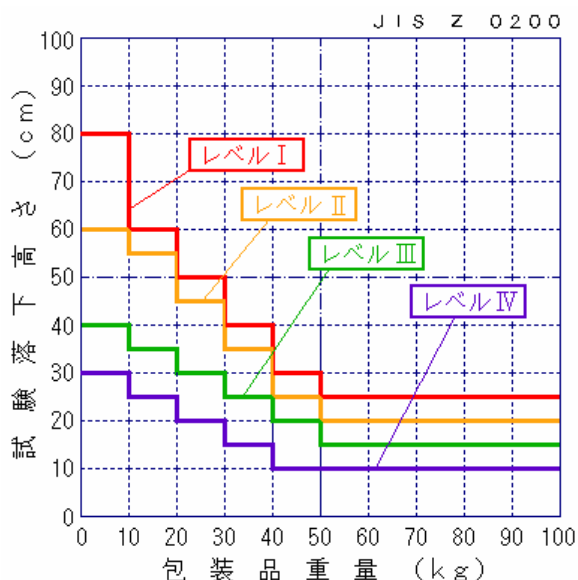
Source: JICA 調査団

図 3.2-21 ワイブル確率紙を使った落下データ解析例

3.2.6.5 落下試験規格の例

本調査においても最終目標として包装品の落下試験の規格を制定することとしている。そのためには、前述のように統計処理が可能な量のデータを入手する必要がある。

次図は JIS で規定された落下試験の内容である。JIS は落下高さと落下方向を規定しているが、規格の運用については、利用者が判断するべきものである。



順序	落下方向
1	底の角
2	底面-裏面の稜
3	底面-側面の稜
4	側面-裏面の稜
5~10	6面すべて

落下順序は変更しても良い

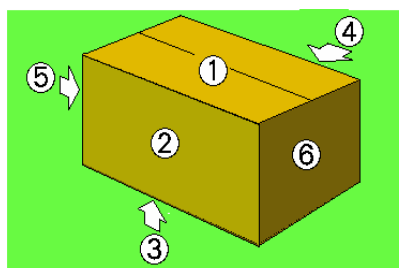
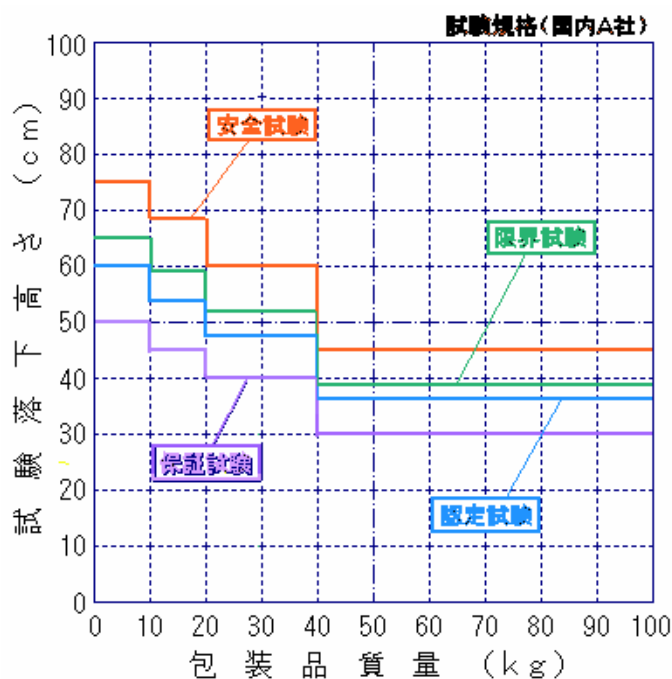


図 3.2-22 落下試験規格の例(1)JIS Z0200

図3.2-23は日本のある会社の試験規格で、試験条件を、安全試験、限界試験、認定試験、保証試験の4段階に区分している例である。



Source: JICA 調査団

図 3.2-23 落下試験規格の例(2)

3.2.7 DER-SMART 機材

JICA 調査団は、デモンストレーション・テストを実施するため、JICA の承認を得た上で次の機材を調査団が調達した。輸送環境調査にてトラックの振動や貨物の衝撃及び落下高さを計測する機材は輸送環境記録計 10G、50G、200G であり、他の機材あるいはソフトウェアは計測データの解析等に必要なるものである。

輸送環境記録計 10G 2 個(吉田精機製 DER-SMART 10G)

輸送環境記録計 50G 2 個(吉田精機製 DER-SMART 50G)

輸送環境記録計 200G 2 個(吉田精機製 DER-SMART 200G)

GPS システム(ソフト込み) 1 式

解析用パソコン 2 式 (振動解析用+衝撃解析用、HP 製)

プリンター 2 式(HP 製)

キャリブレーション用センサー 2 個

衝撃計測・解析装置 1 個

AD 変換機

2月9日から2月12日までのデモンストレーション・テストにて使用した輸送環境記録計とその計測条件は下表の通りである。また、輸送環境記録計取付け状態の写真を図3.2.7-1に示す。

表 3.2.7-1 デモンストレーション・テストで使用した輸送環境記録計

	往路(BsAs→Aimogasta)	復路(Aimogasta→BsAs)
DER-SMART 10G-1	使用せず	トラックの振動計測
DER-SMART 10G-2	使用せず	トラックの振動計測
DER-SMART 50G-1	使用せず	トラックの振動計測
DER-SMART 50G-2	使用せず	トラックの振動計測
DER-SMART 200G-1	ダミー貨物のなかに格納 (衝撃、落下高さ計測用)	ダミー貨物のなかに格納 (衝撃、落下高さ計測用)
DER-SMART 200G-2	使用せず	使用せず

Source: JICA 調査団



オリーブ製品と包装箱(10kg)



ダミー貨物とDER-SMART200G-1



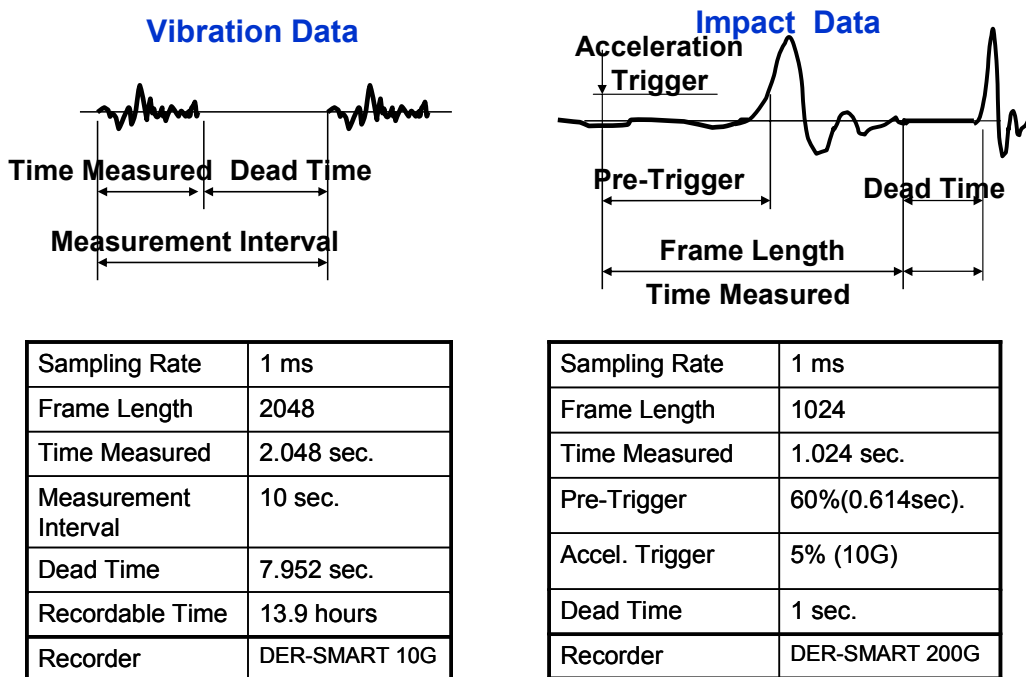
DER-SMART 10G取り付け状態-1



DER-SMART 10G取り付け状態-2

Source: JICA 調査団

図 3.2.7-1 輸送環境記録計 DER-SMART の取付け状態



Source: JICA 調査団

図 3.2.7-2 計測条件

3.2.7.1 対象製品と使用トラック

往路のトラックの貨物はオリーブ製品の空の樽状のプラスチック容器のみであり、25 トン積載のトラックに対してわずか、0.8トンと非常に軽貨状態であった。図3.2.7-3のようにフルトレーラーを使用。一方、復路は25トン積載のセミトレーラーを使用。オリーブ製品がパレット積みで18トンであった。また、以下の項目が確認された。

- － GPS とセンサーの動作が確認された
- － データ収集ができた
- － カウンターパートたちが装置の動作を覚えた
- － データ収集による Grms/PSD グラフがアルゼンチンで初めてとれた
- － オリーブ製品生産プロセスと包装システムが確認された

**On the way
(25ton Full Trailer)**



Cargo weight: 0.8 ton

前輪1軸、後輪3軸

エアサスペンションとリーフサスペンションの併用

**On the back way
(25ton Semi-Trailer)**



Cargo weight: 18 ton

前輪2軸、後輪3軸

リーフサスペンション

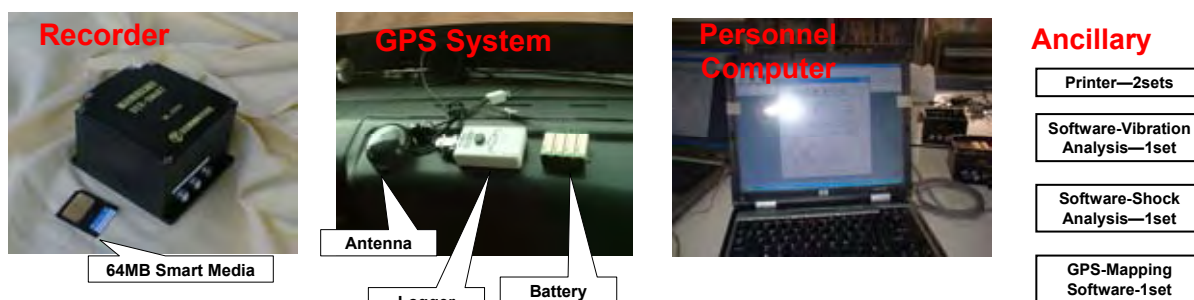
Source: JICA 調査団

図 3.2.7-3 デモンストレーション・テストで使用したトラック

3.2.7.2 輸送環境調査機材仕様

デモンストレーション・テスト用に調達した機材は、アルゼンチンのカウンターパートが専ら使用するものとして他の3カ国に先んじて2005年2月上旬に調達したものである。本格調査が開始される2005年6月までには他の3カ国(ブラジル、パラグアイ、ウルグアイ)にも同様な機材が調達される予定であった。

本調査用に調達された機材の写真と仕様を以下に示す。



Source: JICA 調査団

図 3.2.7-4 輸送環境機材の写真

表 3.2.7-2 輸送環境調査用機材の仕様

輸送環境調査関連機材（デモンストレーション用）技術仕様

その1（輸送中振動計測用機材及びソフトウェア等）

項目	品名	数量	主な仕様		メーカー型番
1-1	輸送環境記録計 10G(振動計測用)	2 台	加速度ピックアップ (内部) 加速度ピックアップ (外部) 記録媒体 フレーム長 サンプリングレート デットタイム プレトリガー条件 トリガー方式 データ記録波形数 温湿度計測間隔 温湿度データ記録	3方向圧電抵抗式 (100m/s ²) 3方向一体圧電式 (100m/s ²) Min.64MB 512 ~ 5120 0.25 ~ 10ms 1 ~ 3600s 0~90% 加速度 (定格の3 ~ 90%), 時間 (6~3600s) 20000 (フレーム長512; 記録媒体64MB) 0.1 ~ 60min -20 ~ +60°C, 0 ~ 100%RH	メーカー: 吉田精機機 形式: DER-SMART
1-2	振動解析ソフト(振動・PSD解析、速度解析)	1 式	本体操作機能 解析機能	計測条件設定及び記録データ転送、削除 振動波形の任意チャンネル表示、拡大、及びカーソルによる解析、PSD 解析、他のアプリケーションソフトにデータ転送(テキスト変換)、温湿度計算	開発会社: 吉田精機機 形式: DER-SMART-PSD
1-3	GPSシステム(走行位置検出用:アンテナ、ロガー、電源等)	1 式	GPS本体 シカレットアダプタ GPSロガー	GPS16A 16衛星並列追尾 4衛星補足 車内電源からGPSへの電源供給 DL1倍記憶・高精度モデル GPSデータ15万件記録可能 内部電池:2週間以上動作する容量	メーカー: 吉田精機機 形式: GPS-1
1-4	GPS解析ソフト(走行位置検出、地図上表示)	1 式	速度表示 表示機能 GPSロガーの操作	走行速度の算出 振動衝撃データの発生地点の表示 地図ソフトによる輸送経路の表示 データ取得、消去、測定間隔の設定	開発会社: 吉田精機機 形式: DER-SMART-GPS
1-5	地図ソフト(世界地図:英文)	1 式	収録範囲 表示言語 機能	世界地図 英語・スペイン語他(解析ソフトで固定する) 表示地図のズームイン	ソフト名: WorldMap
1-6	予備記録媒体 64MB	20 枚	メモリー容量	Min. 64MB	形式: HPC-SV03A(ハキワラシコム)

その2（荷扱い中の衝撃計測用機材及びソフトウェア等）

項目	品名	数量	主な仕様		メーカー型番
2-1	輸送環境記録計 50G(中程度衝撃計測用)	2 台	加速度ピックアップ (内部) 加速度ピックアップ (外部) 記録媒体 フレーム長 サンプリングレート デットタイム プレトリガー条件 トリガー方式 データ記録波形数 温湿度計測間隔 温湿度データ記録	3方向圧電抵抗式 (2-1: 500m/s ² 、2-2: 2000m/s ²) 3方向一体圧電式(2-1: 500m/s ² 、2-2: 2000m/s ²) Min.64MB 512 ~ 5120 0.25 ~ 10ms 1 ~ 3600s 0~90% 加速度 (定格の3 ~ 90%), 時間 (6~3600s) 20000 (フレーム長512; 記録媒体64MB) 0.1 ~ 60min -20 ~ +60°C, 0 ~ 100%RH	メーカー: 吉田精機機 形式: DER-SMART
2-2	" 200G(高衝撃計測用)	2 台	加速度ピックアップ (内部) 加速度ピックアップ (外部) 記録媒体 フレーム長 サンプリングレート デットタイム プレトリガー条件 トリガー方式 データ記録波形数 温湿度計測間隔 温湿度データ記録	3方向圧電抵抗式 (2-1: 500m/s ² 、2-2: 2000m/s ²) 3方向一体圧電式(2-1: 500m/s ² 、2-2: 2000m/s ²) Min.64MB 512 ~ 5120 0.25 ~ 10ms 1 ~ 3600s 0~90% 加速度 (定格の3 ~ 90%), 時間 (6~3600s) 20000 (フレーム長512; 記録媒体64MB) 0.1 ~ 60min -20 ~ +60°C, 0 ~ 100%RH	メーカー: 吉田精機機 形式: DER-SMART
2-3	基本ソフトウェア(衝撃・落下高さ解析:英文)	1 式	本体操作機能 解析機能	計測条件設定 記録データ転送、削除 衝撃・振動波形の任意チャンネル表示、拡大、及びカーソルによる解析 衝撃加速度、衝撃作用時間、速度変化の算出 落下高さおよび落下方向(姿勢)の解析 温湿度計算 他のアプリケーションソフトにデータ転送(テキスト変換) 各種の表及びグラフの作成	開発会社: 吉田精機機 形式: DER-SMART-SH

その3 (振動・衝撃データ解析用装置、コンピュータ及びソフトウェア等)

項目	品名	数量	主な仕様	メーカー型番
3-1	マニュアル(英文)	1 式	輸送環境記録計、GPS計測システム個別のマニュアルと全体を取り纏めたマニュアル。計測条件など設定例などを図解する。	
3-2	パソコン、プリンタ、その他関連機材(英文アプリケーションソフト他)	2 式	形式 CPU メモリ HDD ドライブ ネットワーク ディスプレイ OS カラープリンタ 用紙 解像度 ノートパソコンPD467AA#ACF(nc6000) 同等品 Intel Pentium M725(1.6GHz)同等品 PC2700DDR SDRAM 512MB(2048MB)以上 40.0GB以上 DVD/CD-RW 内蔵1000ASE-T/100Base-TX/10Base-Tまたは同等 14.1インチカラーTFT(1024×768) Windows XP Professional Deskjet5850 同等品 A4サイズ 4800×1200dpi(4色印刷/フォト用紙使用時)	メーカー: パソコン:ヒューレットパッカド (PD467AA#ACF) プリンタ:ヒューレットパッカド (Deskjet5850)
3-3	キャリブレーション用センサー(衝撃用主基準センサー1個、振動用副基準センサー1個、衝撃用副基準センサー1個)	1 式	感度 周波数範囲 直線性 測定範囲 トレーサビリティ 2.2±20%pc/G 2~20000Hz 0.1% 1000G 15000G 付	衝撃用主基準センサー: ENDEVCO2270 衝撃用副基準センサー: ENDEVCO2225 振動用副基準センサー: ENDEVCO7201-50
3-4	衝撃計測・解析装置	1 台	加速度測定範囲 解析処理機能 表示スケール,単位変換 収録データ互換 連続自動計測機能 0.1~100,000 m/s ² (0.01~10,000G) 各チャンネルのピーク加速度,作用時間,速度変化 3方向加速度の合成加速度のピーク加速度,作用時間,速度変化 変位,反撥係数 衝撃スペクトル(SRS),衝撃応答(SR),加速度・変位 デジタルフィルタ ローパス,ハイパス,バンドパス 加速度,変位,SR-オートスケール,指定スケール SRS-オートスケール,リニア・対数切換 データのテキストファイル化 連続データ表,多チャンネル加速度波形の自動収録	仕様:同左 メーカー:吉田精機機 形式:SM-400
3-5	FFT解析ソフトウェア	1 個	解析コマンド グラフィック機能 対応機種 数字演算,統計処理,ピーク解析,フーリエ変換,座標変換,論理演算,回帰演算,マトリックス演算,合成,削減,切り取り,間引き,補間,カーブフィッティング,デジタルフィルタリング,Activex,DSPなど 折線,破線,点線,棒グラフ,柱状グラフ,3次元プロット,数値テーブル,XYグラフ,カーソリングなど パーソナルコンピュータ OS:MS-Windows XP メモリ:128MB以上 ハードディスク:8MB以上	形式:DADISP/2002 (Astrodesign)
3-6	A/D変換器	1 個	入力方式 入力チャンネル数 入力レンジ 最大入力電圧 分解能 変換速度 バッファメモリ シングルエンド入力 8ch(シングルエンド入力) バイポーラ±10V ±20V 16bit 10μsec/ch 1kWord	形式:ADA16-8/2(CB)L (CONTEC)
3-7	データ解析モジュール	3 個	フィルタモジュール オクターブ解析モジュール 応用解析・オプションモジュール FIR/IRフィルタの設計,及びフィルタリング 1/3,1/6オクターブ,Cカーブ,フィルタ&フィルタリング ズームFFT,AR分析,ケブストラム分析,PSD評価	形式: DADISP/Filter DADISP/Octave DADISP/AdvDSP
3-8	レコーダ用テープ	20 本	入力チャンネル数 記録再生時間 周波数範囲 4ch 約45分 DC~625Hz	形式:CT-90 Type II (TEAC)

Source: 吉田精機機

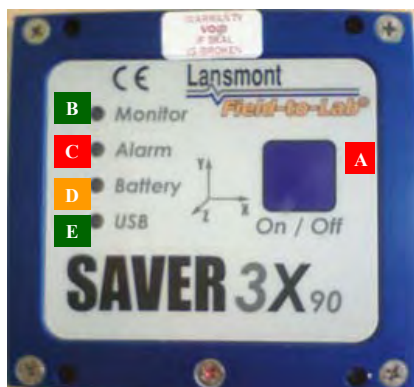
3.2.8 SAVER3X90 機材

3.2.8.1 機材「SAVER3X90」の操作について

パラグアイ合同研修では SAVER3X90 の操作方法、解析方法に関する座学を実施。SAVER3X90 は非常にコンパクト(95×74×43mm)で操作も簡単な優れた計測器である。以下に操作方法を記す。

(1) 本体外形

本体は ON・OFF スイッチと 4 つのインジケータがあるのみ。



A: ON/OFF ボタン

LED インジケータ

B: 緑色LED 正常に動作していることを告知

C: 赤色LED しきい値を越える値が記録されたことを告知

D: 黄色LED バッテリーの電圧低下を告知

E: 緑色LED PC と通信可能であることを告知

専用USB接続ケーブル接続用端子(側面)

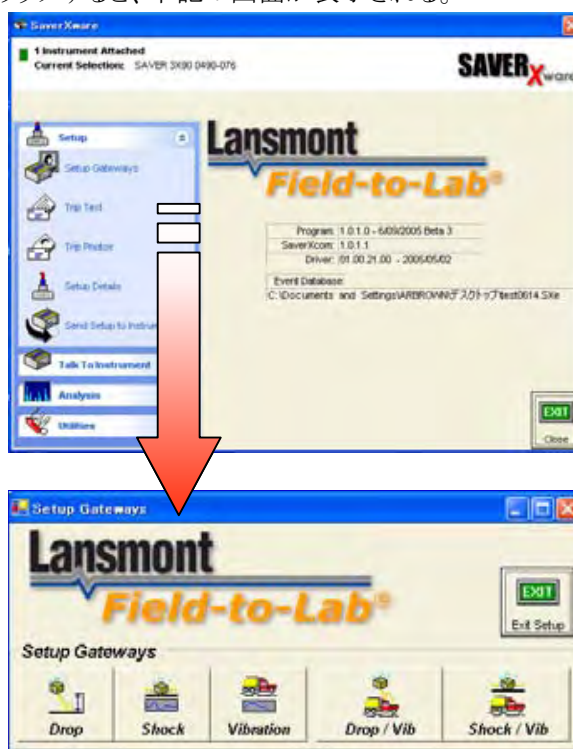
(2) パソコンとの接続

- SAVER3X90 本体とホスト PC を、付属の専用 USB ケーブルで、接続する。
- 専用ソフトウェア SaverXware を起動する(アイコンまたはメニューリストより)。
- 左側のメニューアイコン最上段の、「Setup」をクリックする。

(3) 計測条件のセットアップ

1) Setup Gateways

Setup Gateways をクリックすると、下記の画面が表示される。



この機能を使用することで、測定したい項目(落下・衝撃・振動と落下や衝撃と振動の組み合わせ)にあわせて、最小の条件設定だけで初期設定が行うことができる。

2) Trip Text

計測時の様々な条件等を、テキスト入力する。

3) Trip Photos

計測時の写真を、貼り付けることができる。

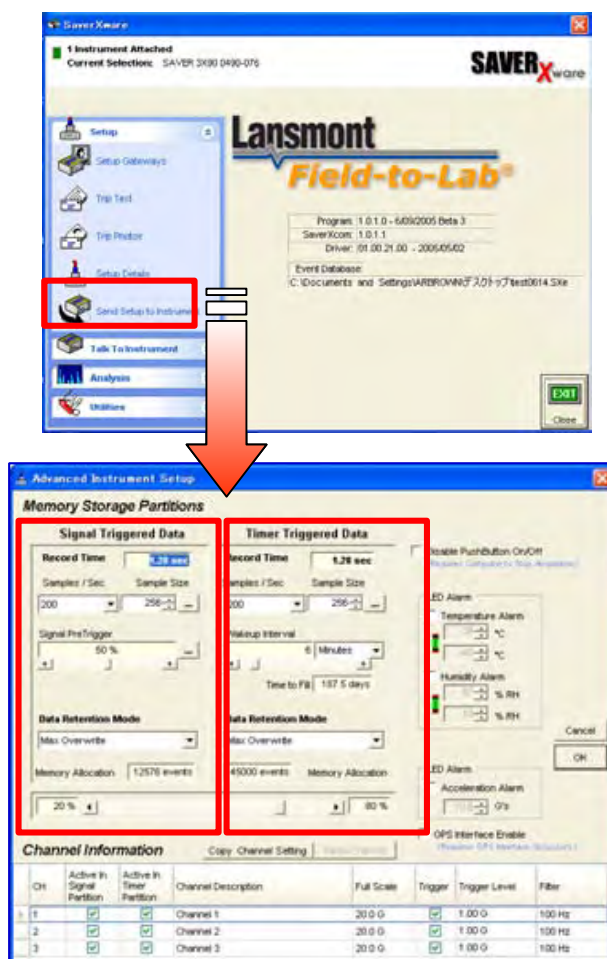


4) Setup Details

Setup Gateways と比べ、より詳細の初期設定が可能。ここをクリックすると、下記の「Advanced Instrument Setup」画面が立ち上がる。

5) 2種類のトリガーモード

ある一定の加速度しきい値をこえるトリガーデータのみを計測する、「Signal Triggered Data」モードと、一定時間間隔で計測する、「Signal Triggered Data」モードの2種類が用意されており、同時使用も可能である。



6) Signal Triggered Data

Samples/Sec

1秒間に A/D 変換するデジタル化レートである。50-5,000 の 8 つのレート中から選択可能。

Sample Size

1 事象で取り込むデジタル化されたデータの数を設定する。この値と Samples/Sec の値を掛けることで、1 事象あたりの Recording Time(記録時間)が決定される。

Signal Pre Trigger

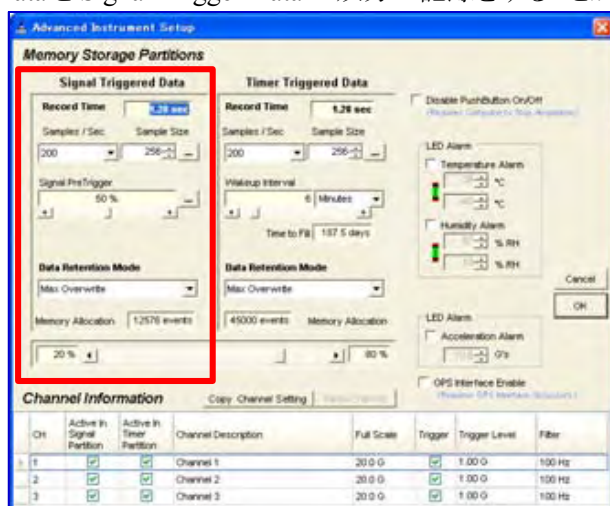
加速度トリガ以前の時間波形取込の設定であり、これにより、波形の立上がりデータを残すことが出来る。

Data Retention Mode

メモリーが一杯になった際のデータ書き込み(上書きするか、しないか)等の設定を行う。

Memory Allocation

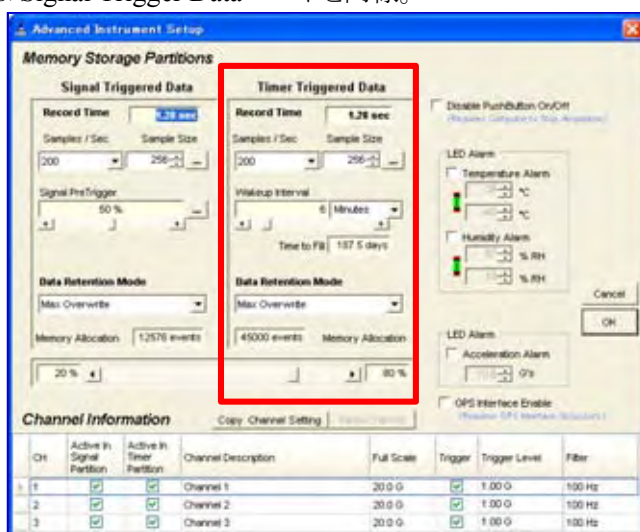
下部のスライダーにて、Signal/Timerトリガーモードに割り当てるメモリー領域(%)を指定することで、Time Trigger Data と Signal Trigger Data の双方の記録をすることが可能。



7) Time Trigger Data

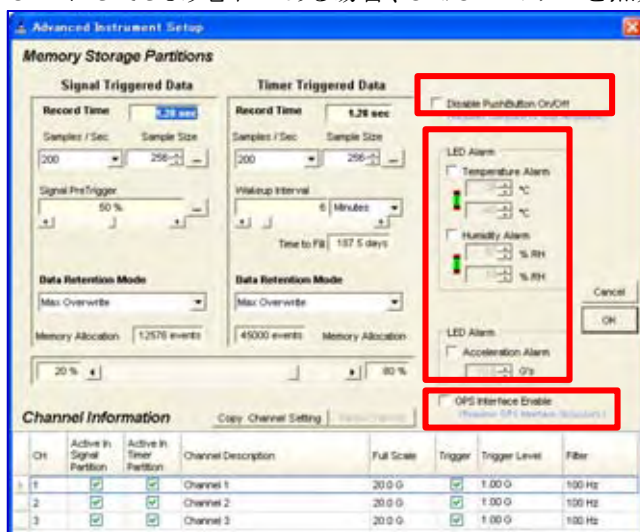
Wakeup Interval (Time to Fill)

Time Trigger Data とは一定時間間隔で計測するデータのことを言い、Wakeup Interval はその一定時間間隔のことを指す。これを入力するとメモリーが一杯になるまでの計測可能時間が表示される。それ以外は Signal Trigger Data モードと同様。



8) Disable Pushbutton

計測中に誤って OFF にしてしまう恐れのある場合、ON/OFF ボタンを無効にする。



9) LED Alarm

(Temperature/Humidity/Acceleration)

ある一定の温度・湿度・加速度を超えるようなデータが記録された場合に、Alarm LED が点灯する。

10) GPS Interface Enable

GPS オプションを使用する際、チェックを入れる。通常は OFF とする。

11) Channel Information

内蔵加速度センサーのスケールやトリガを設定する。



Active in Signal/Timer partition

どのトリガーモードで使用されているかを表示する。

Channel Description

各チャンネル状況(方向など)をメモできる。

Full Scale

計測に際し、SAVER の計測レンジを設定する。レンジは 5/10/20/100/200G から選択する。

Trigger

このチャンネルをトリガに含めるかどうかを設定する。

Trigger Level

加速度トリガレベルを設定する。

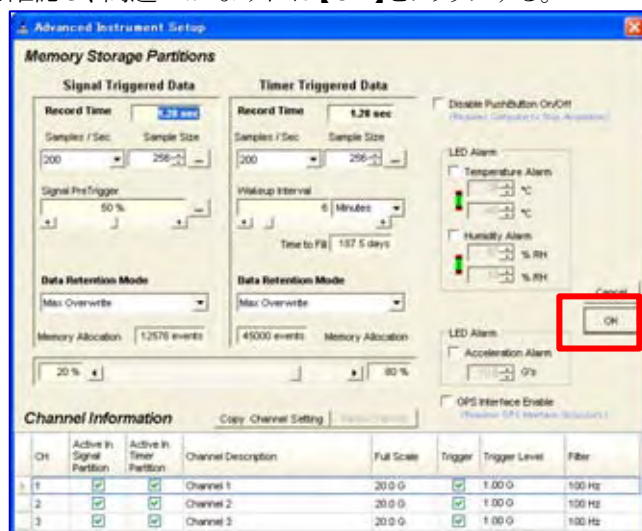
Filter

計測時のローパスフィルタを設定する。

Copy Channel Setting/Paste Channel

設定をチャンネル間でコピー及びペーストが可能。

最後に設定値を確認し、間違いがなければ【OK】をクリックする。



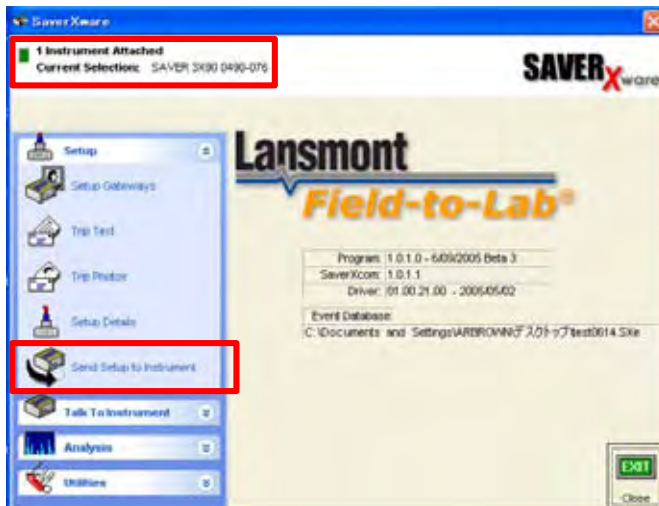
3.2.8.2 初期設定を SAVER3X90 本体へ転送

(1) SAVER3X90 と PC を、付属の USB インターフェースで接続する

本体側のコネクタに USB ケーブル端子を接続する場合、両者の赤いマーキングをそろえ、まっすぐに端子を挿入する。



正常に接続されていると、SaverXware のメニュー画面左上の四角いマークがエンジから緑色に変わり、“1 instrument attached”という表示に変わる。

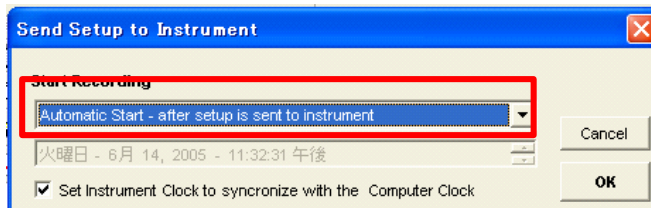


(2) Send Setup To Instrument コマンドで、初期設定情報を送信開始

(3) Send Setup To Instrument 画面より、計測開始方法を選択

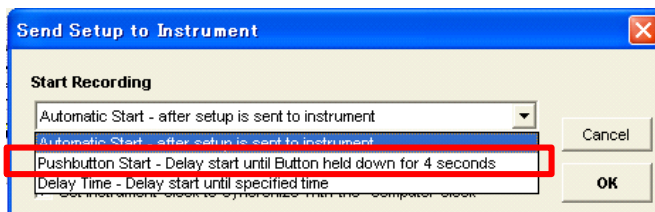
Automatic Start:

OK ボタンを押してコマンド送信後、直ちに計測がスタート



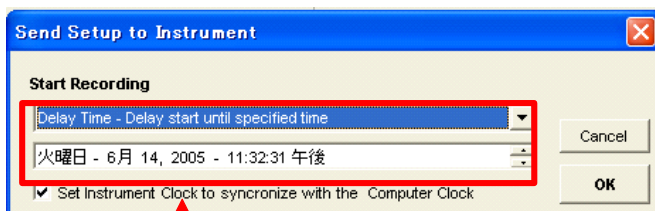
Pushbutton Start:

OK ボタンを押してコマンド送信後、SAVER 本体の On/Off ボタンを4秒間長押しする事で、計測がスタート。



Delay Time:

SAVER を起動させたい日時を入力する。OK ボタンを押してコマンド送信後、指定の日時に計測がスタート。



↑
SAVER のクロックを PC のクロックに合わせる

3.2.8.3 SAVER3X90 の、計測開始と終了手順

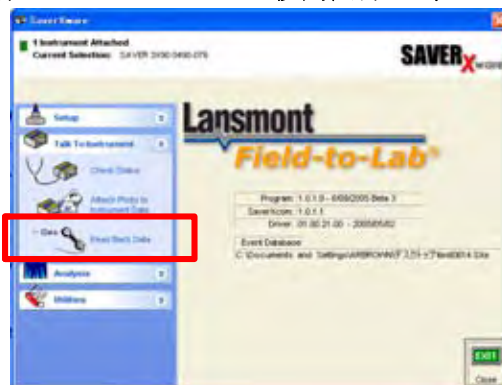
(1) SAVER3X90 の起動

計測開始コマンドが SAVER 本体に送信されると、緑の Monitor LED が 2 秒サイクルで 2 回ずつの点滅を約 40 秒間繰り返す。

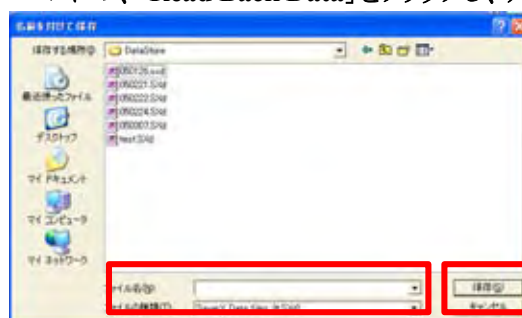


計測がスタートすると、トリガ発生時に Monitor LED が一瞬点灯する。また、Alarm 機能の設定に応じて、AlarmLED が点灯する。

(2) 計測が終了したら、本体の On/Off ボタンを 4 秒間長押しし、SAVER3X90 を終了



(3) Talk To Instrument コマンドの、「Read Back Data」をクリックし、データを回収



3.2.9 本格輸送環境調査への教訓

今回のデモンストレーション・テストから、6 月から予定している各国での本格輸送環境調査に向けて準備しておくべき項目が幾つか挙げられた。

3.2.9.1 記録すべき項目のリスト作成

本格輸送環境調査では JICA 調査団が各国に分かれて実施することが予想される。いずれの国で行う調査もその後の解析作業に備えて記録等に漏れの無いよう事前準備が重要である。日本国内であれば輸送環境調査後に記録漏れが発見されても追跡は容易であるが、海外の場合は非常に困難になる。輸送環境調査後の解析に必要な項目は調査実施前に洗い出し、チェックリストを作成すべきである。

輸送車両情報： 車両メーカー、車種、年式、使用実績、サスペンション仕様、車軸の構成許容積載量、タイヤの況状、走行距離等

担当ドライバー情報： キャリアー、年齢

貨物情報： 貨物種類、重量、容積、荷姿、積載配置等

チェックリストを共有することでどの調査でも輸送環境調査に必要な情報レベルを一定に保持できる。

3.2.9.2 長距離国境通過調査対策

長距離国境通過調査についても事前に予測される問題点の洗い出しが重要になる。予測される問題点は単に距離が長くなることだけでなく、手続き上は一度入国し再度出国することになる。JICA やカウンターパート国等の事前交渉で国境通過輸送車両と同等の扱いが相手国から保証される必要がある。もし必要であればプロジェクトメンバーや伴走のドライバーが携行すべきドキュメント等もリストを作成し確実に用意しておく必要がある。

調査にかかわる人間が国境で何かの不備を指摘され入国を拒否されれば、調査自体が継続できなくなるし、その場合は個人での解決は出来ないと考えられる。ルートと対象製品が決定した時点で JICA 調査団が予測される問題点の洗い出しを行い、現地カウンターパートと打ち合わせてお互いの調査に対する認識を共通にすべきである。

時間に追われて準備不十分で調査に取り掛かると折角の長距離国境越えテストに過失が発生する危険がある。

3.2.9.3 携行すべき装備や工具類について

試験ルートと現地の気候等から準備すべき防寒衣や雨具、夜間作業に備えてヘッドランプ、床が鉄製の場合に使用する電動ドリルとスペアのキリ、各種のボルト、ナットや固定用のミニバイス、瞬間接着剤や両面接着テープ、その他測定器を予め固定しておく金属や板のプレート等をあらかじめ用意していく必要がある。

3.3 ラボラトリーテスト用機材

第1年次調査計画の現地調査において、4ヶ国カウンターパートの既存機材を調査した結果、このラボラトリーテスト用機材は本報告書 3.1.3 項に記載した通りである。

この表中でシールテスターが4ヶ国カウンターパート各研究所が所有していないことから、第2年次調査業務の後半にこの機材を調達し、4ヶ国巡回技術指導の形式で、市販の乳製品を対象としたデモンストレーションを実施した。また、第3年次調査業務の初期に真空デシケーター機材を調達し、これも市販乳製品、食品を対象として、各国巡回技術指導の際のワークショップ(WS)にてデモンストレーションを実施した。

第 4 章 輸送環境調査

第4章 輸送環境調査

4.1 協力企業の選定

第1年次現地調査の際、各国カウンターパートを通じて、予め候補として、選定されていた、協力企業を訪問調査し、調査の主旨並びに具体的に輸送環境調査に係る現状対象製品輸送主要ルート並びに調査に当って、計測機材(センサー並びにGPS)の設置とダミー荷物の積載等、更に実施スケジュール等については打合せを行った。

4ヶ国の各協力企業は以下の通り選定した。

アルゼンチン	:	NUCETE 社、Willner 社、Frimetal 社
ブラジル	:	Multibras 社、BSH 社、Klabin 社
パラグアイ	:	Chortitzer 社
ウルグアイ	:	Conaprole 社

4.2 対象輸送経路の選定

メルコスール4ヶ国選定協力企業対象製品の主要輸送ルートと日程を詳細に打合せ、第1回目の輸送環境調査はJICA調査団主導にて、各国グループ分けにより実施した。

各国の調査対象製品は以下の通りである。

アルゼンチン	:	オリーブ製品、乳製品、冷蔵庫、植物油
ブラジル	:	冷蔵庫、エアコン室外機
パラグアイ	:	乳製品
ウルグアイ	:	乳製品

調査対象輸送経路と輸送環境調査実施走行実績は図4.2-1の通りである。



Source: JICA 調査団

図 4.2-1 調査対象輸送経路と輸送環境調査実施走行実績

表 4.2-1 輸送環境調査の計画と実績

国名	当初の計画				実績				
	ルート	対象製品	ルート距離 (片道)	協力企業	ルート	対象製品	ルート距離	協力企業	実施期間
アルゼンチン	Bs.As. - Aimagasuta	オリーブ加工品	1,200km	NUCETE	Bs.As. - Aimagasta	オリーブ加工品	2,500km (往復)	NUCETE	2/9 - 2/12 '05
	Rafaela - Asunción	粉乳	800km	Willner	Rafaela - Asunción	粉乳	1,600km (往復)	Willner	7/3 - 7/7 '05
	Aimagasta - Curitiba	オリーブ製品	2,500km	NUCETE	Aimagasta - Curitiba	オリーブ製品	2,500km	NUCETE	7/19 - 7/23 '05
	Rafaela - Neuquen	乳製品	1,300km	Willner	Rafaela - Neuquen	乳製品	1,800km	Willner	7/8 - 7/12 '05
					Neuquen-Santa Rosa	計測のみ	500km	Williner	7/11 '05
	Neuquen - Bariloche	Dummy Cargo Handling Survey		Willner	Neuquen - Bariloche	Dummy Cargo Handling Survey		Willner	3ヵ月後にタミーを改修し衝撃データ調査を行った
					Aimagasta-Iguazú	オリーブ製品	1,600km	NUCETE	11/20-21 '05
	Rosario - Mendoza - Santiago	冷蔵庫、冷蔵ショーケース	1,500km	FRIMETAL	チリ国境が積雪のため閉鎖、調査実施できず('05)				
	Uruguaiiana - Medoza - Los Andes	冷蔵庫	1,700km	Multibras	Uruguaiiana - Mendoza - Los Andes	冷蔵庫	1,700km	Multibras	10/11-20 '05
	Rosario - Mendoza - Santiago	冷蔵庫、ショーケース	1,500km	FRIMETAL	チリ国境が積雪のため閉鎖、調査実施できず('06)				
	Bs.As. - Mendoza	植物油	1,000km	MOLINOS	Bs.As. - Mendoza	植物油	1,000km	MOLINOS	5/26 '06
	Bs.As. - Rosario	冷蔵庫	300km	FRIMETAL	Bs.As. - Rosario	冷蔵庫	300km	FRIMETAL	2006年モデルプロジェクトを含め数回
ブラジル	São Paulo - Recife	冷蔵庫	3,000km	Multibras	Joinville - Salvador	冷蔵庫	2,500km	Multibras	9/8 - 9/12 '05
	Sã Paulo - Recife	冷蔵庫	3,000km	BSH	Campinas - Recife	冷蔵庫	2,650km	BSH	10/21 - 26 '05
	Manaus - Belem - São Paulo	冷蔵庫、他電化製品	4,700km	Multibras	Manaus - Belem - São Paulo	エアコン室外機	4,700km	Multibras	9/14 - 9/23
	São Paulo - Uruguaiiana - BsAs	冷蔵庫	2,500km	Multibras	Joinville - Uruguaiiana - Santiago	冷蔵庫	2,700km	Multibras	10/11 - 20 '05

国名	当初の計画				実績				
	ルート	対象製品	ルート距離 (片道)	協力企業	ルート	対象製品	ルート距離	協力企業	実施期間
パラグアイ	Loma Plata - P.J. Caballero	乳製品	800km	Choritizer	Asunción - PJ Caballero - Campo Grande	乳製品	1,000km	Choritizer	12-'06
	Asunción - Cd. del Este	乳製品	340km	Choritizer	Loma Plata - Asunción - Cd. del Este	乳製品	860km	Choritizer	9/27 - 28 '05
	Asunción - Encarnación	乳製品	400km	Choritizer	Loma Plata - Asunción Encarnación	乳製品	900km	Choritizer	10/4 - 10/5
					Gran Asunción 配送	乳製品		Choritizer	9/30 '05
					Asunción 市内配送	乳製品		Choritizer	10/14 '05
ウルグアイ	Florida - Montevideo	バター、粉ミルク	100km	Conaprole	Rivera - Florida - Montevideo	ロングライフミルク	4,800km	Conaprole	9/8 - 9 '05
	Montevideo - Chuy	バター、粉ミルク	250km	Conaprole	Montevideo - Rocha	ロングライフミルク	200km	Conaprole	LATU にて数回実施
	Montevideo - Fray Bentos	バター、粉ミルク	300km	Conaprole	Montevideo - Fray Bentos	ロングライフミルク、ヨーグルト、チーズ	400km	Conaprole	9/5 '05

Source: JICA 調査団

注: パラグアイでは INTN/Choritizer のコンビで調査団不在時に下記の輸送環境調査を実施した。

1. Loma Plata - Asunción 片道 550km、6 回実施、合計 3,300km
2. Loma Plata - Encarnación 片道 1,100km、1 回実施
3. Asunción - Campo Grande (BRA)片道 1,000km、1 回実施
4. Loma - Plata Ciudad del Este 片道 800km、1 回実施

4.3 輸送環境調査収集データ

輸送環境調査は2段階において実施された。すなわち、第1段階はDER-SMART機材を活用して、2005年2月にアルゼンチン・ブエノスアイレスーアイモガスタ間片道1,200kmの往復でNUCETE社のオリーブ製品輸送を利用してデモンストレーションの形式で実施した。

続いて2005年7月に同じくDER-SMART機材を活用して本格輸送環境調査第1回目としてWillner社の乳製品輸送を利用して、[1]ラファエラーアスンシオン(パラグアイ)間並びに[2]ラファエラーネウケン間の調査を実施した。その後、計測機材が異機種(SAVER3X90)を含めることとなり、この操作、技法を主とするパラグアイ4ヶ国合同技術研修を2005年8月下旬に実施した。その時点で、4ヶ国全てに、計測機材を配分できる状況となり、2005年9月初旬より、第2段階としての本格輸送環境調査を実施することとし、4ヶ国同時にスタートさせた。その結果、ブラジルにおいては[1]ジョインビルーサルバドル間、[2]マナウスーベレンーサンパウロ間、[3]ジョインビルー(アルゼンチン経由)ーチリーサンチアゴ間、[4]オルトランジアーレシフェ間の4ルートが実施され、パラグアイにおいては[1]ローマプラターアスンシオン、[2]ローマプラターアスンシオンーエンカルナシオン、[3]ローマプラターアスンシオンーシウダデルエステ、[4]グランアスンシオン(市内)、[5]ソナーアスンシオン(近郊)、[6]アスンシオンーカンポグランデ(ブラジル)の6ルートを実施した。そして、ウルグアイでは[1]モンテビデオーリベラ(2回)、[2]モンテビデオーロチャ(2回)、[3]モンテビデオーフライベントスの5ルートを実施した。その結果として、各国別に収集データを処理した結果、各ルート別に原データとその処理、解析データが蓄積され、それらのデータは2006年5月～6月に各国カウンターパートに対してJICA調査団より、HDDに収納される形式で提出された。

4.4 収集データの解析

収集データの解析は DER-SMART 機材並びに SAVER3X90 機材別個に解析手順を作成した。

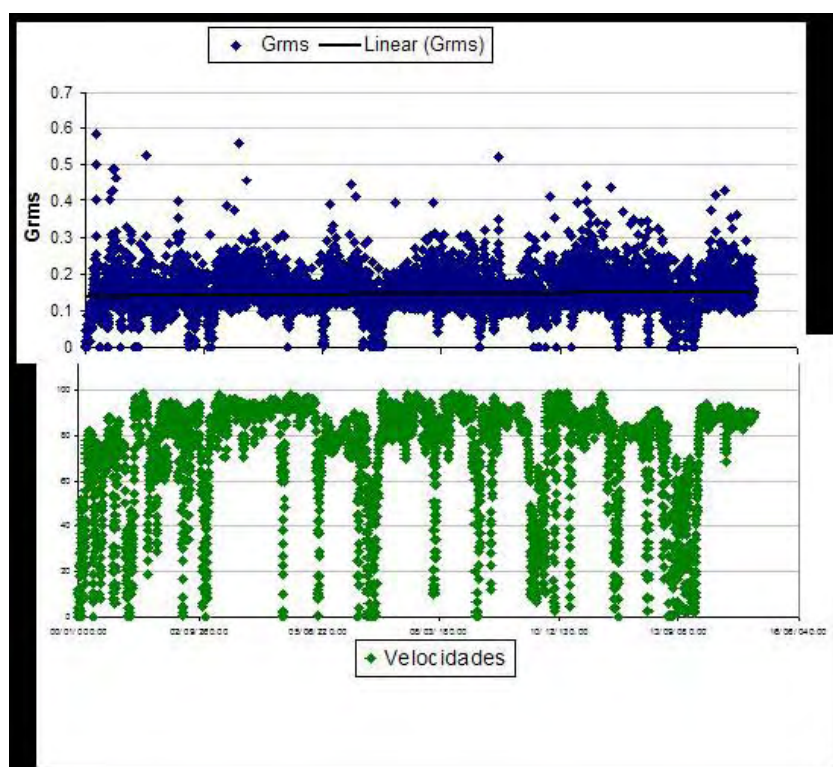
4.4.1 DER-SMART 機材解析手順

2005年7月に輸送環境調査を実施した、Willner 社ラファエラーアスンシオン(パラグアイ)ルート
の計測(対象製品は乳製品)したときの DER-SMART 機材による収集データ解析手順を以下の
とく示す。

(1) 停車場所の確認

手順

- 1) トラックが停車していた場所をマークし、これらのデータを取除く。
- 2) 停車中のものを除いたテーブルのデータを基に、時間を横軸にして Grms と速度のカーブを作成・表示する。(図 4.4-1 参照)

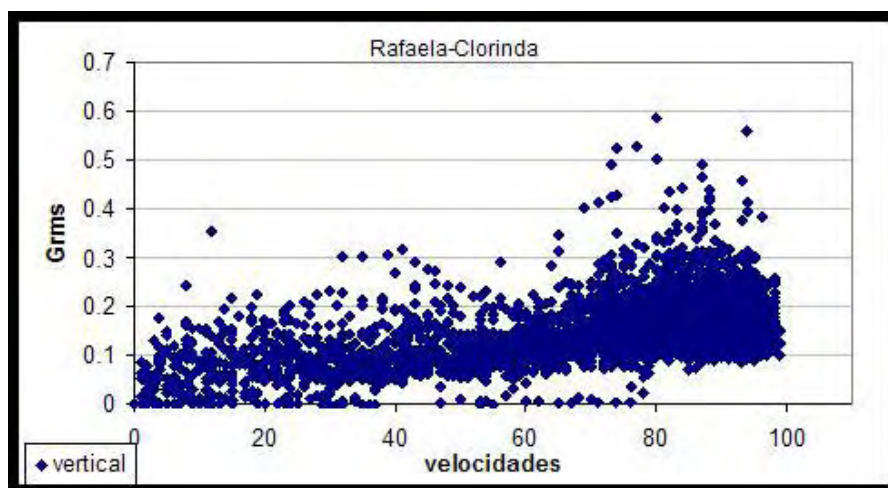


Source: JICA 調査団

図 4.4-1 時間に対する Grms・時間に対するトラック速度

(2) Grms の平均値・標準偏差の計算手順

- 1) Grms の値について、平均値・標準偏差の計算を行なう。
- 2) 速度を横軸として Grms との散布図(相関関係)をグラフで表す。(図 4.4-2 参照)

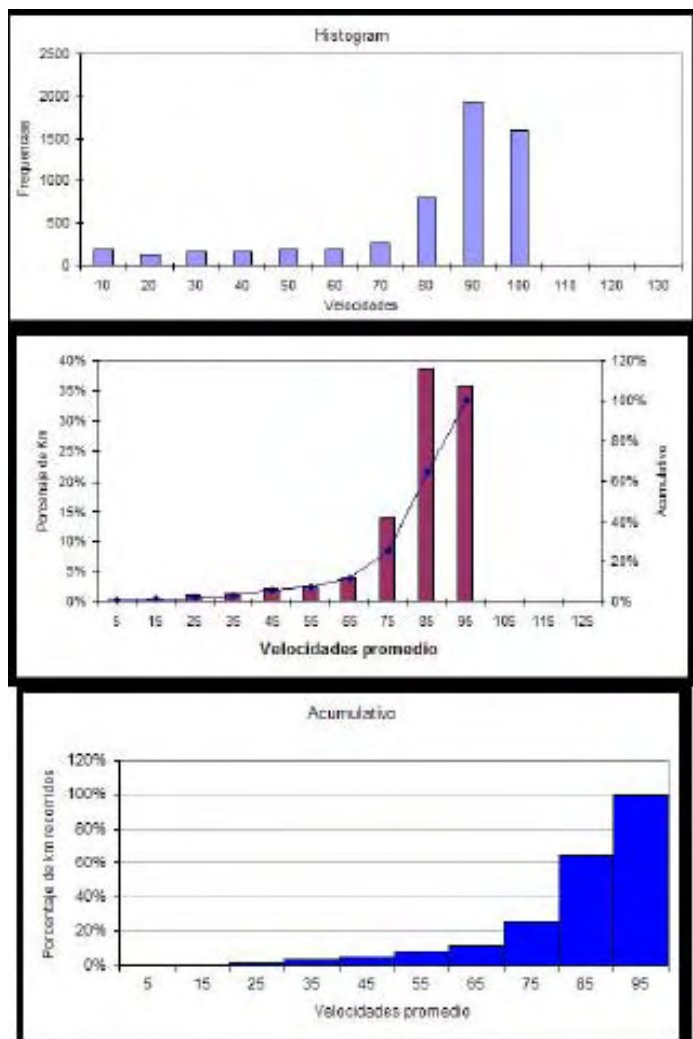


Source: JICA 調査団

図 4.4-2 トラック速度に対する Grms

(3) 速度分析手順

- 1) 調査ルートの特徴を把握するために、速度のデータについて、ヒストグラムを作成する。
- 2) ヒストグラムの各発生頻度をデータの総数で除し、確率密度関数を作成する。
- 3) 各区分速度に対する頻度からその速度で走行した時間を割出し、その速度で走った距離及び全走行距離を計算する。
- 4) 各速度による走行距離を全走行距離で除し、各速度での走行距離が全体の何%であったかを調べる。
- 5) 同グラフに速度分布、走行距離分布に対する累積値も示す。これにより、ルートの特徴・走行状態、運転状況が把握できる。(図 4.4-3 参照)



トラック速度に対する頻度ヒストグラム

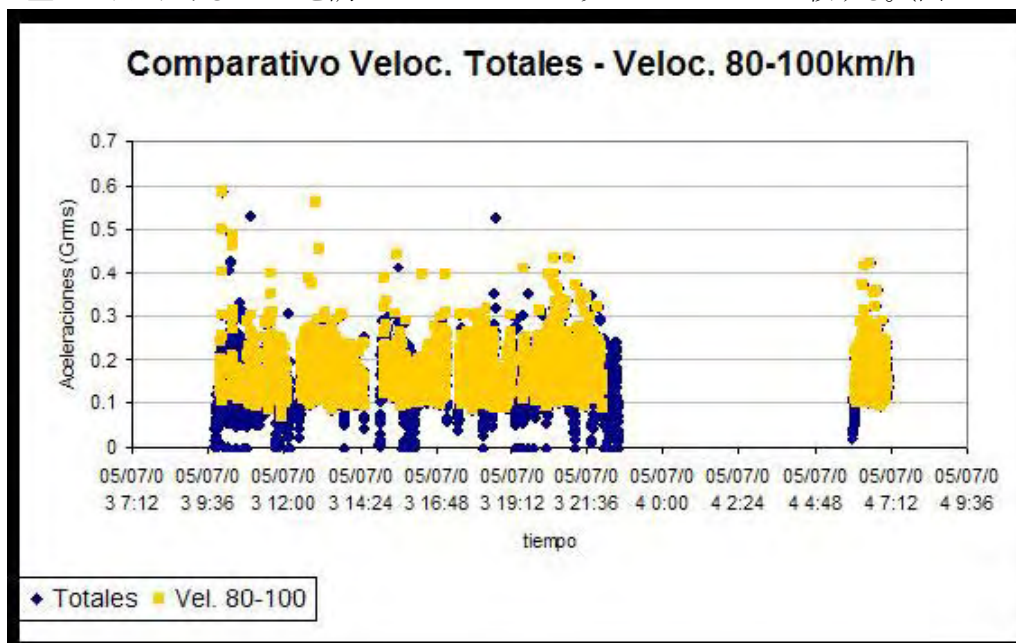
平均速度に対する速度分布

平均速度に対する走行距離%

Source: JICA 調査団

図 4.4-3 走行距離分布に対する累積値

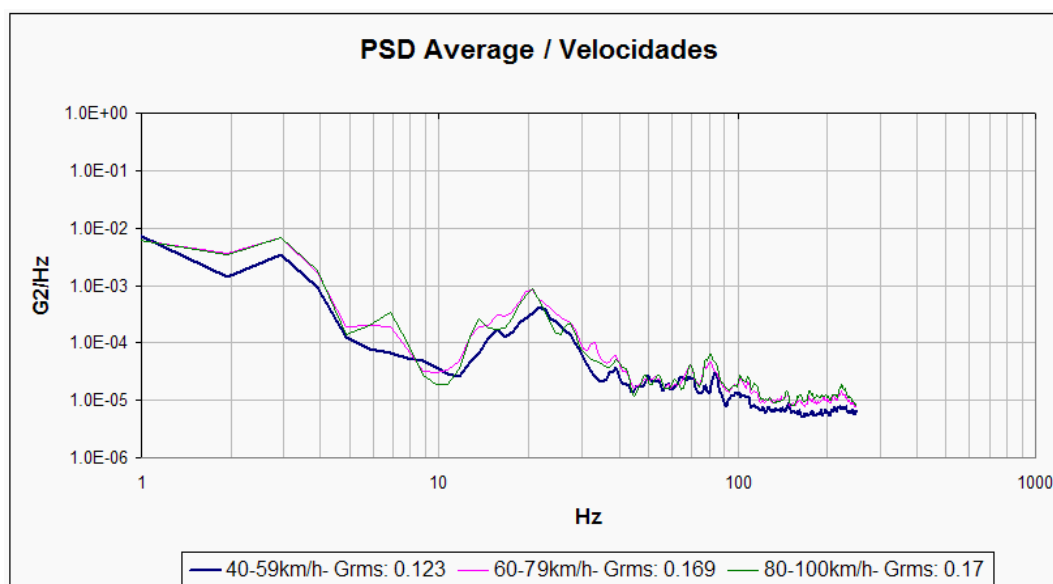
- 6) 全ルートにおける Grms を調べ 80~100km/h で発生した Grms と比較する。(図 4.4-4 参照)



Source: JICA 調査団

図 4.4-4 時間に対する全ルート及び 80-100km/h における Grms

- 7) 速度範囲を大きく 3 つのレベル(40~60km/h、60~80km/h、80~100km/h)に分け、各レンジについて PSD の各周波数の平均値を表示する。(図 4.4-5 参照)



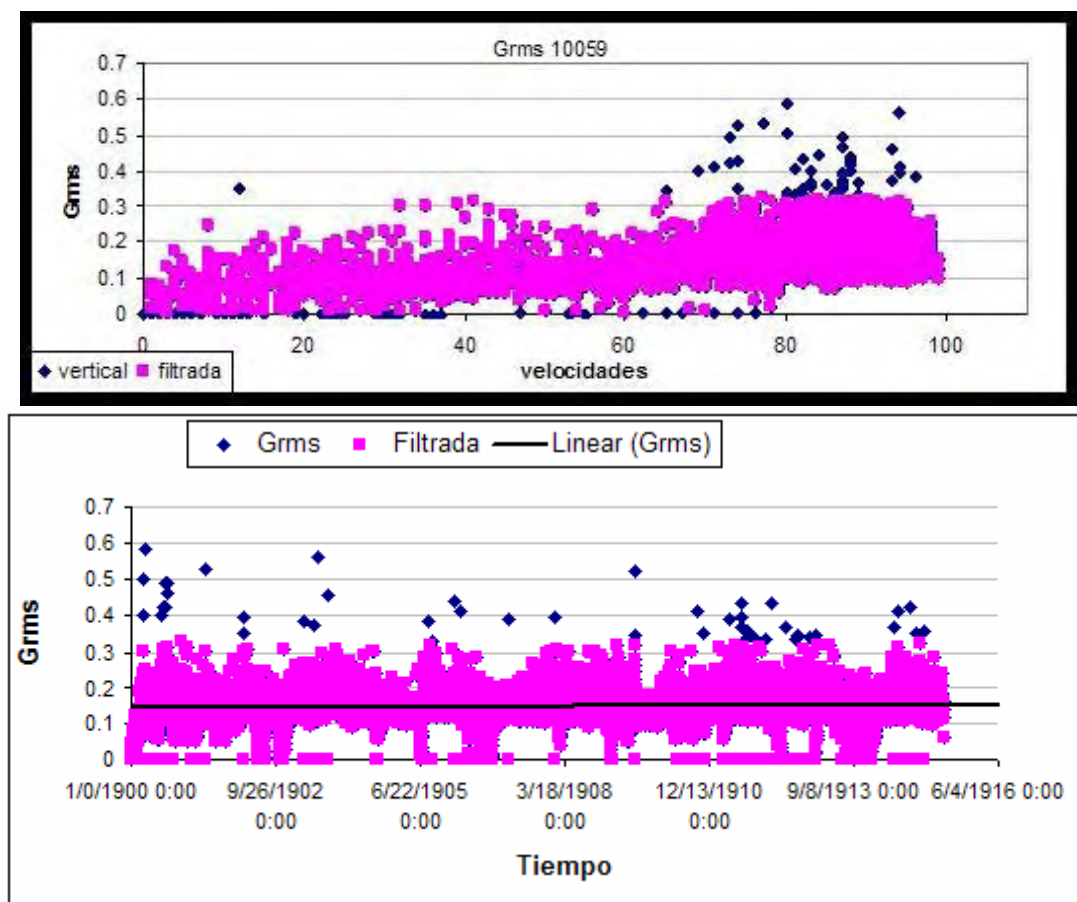
Source: JICA 調査団

図 4.4-5 トラック速度レベルにおける PSD・周波数カーブ

(4) 有意差のある(3 σ を超えている)波形(激動)の分析

手順

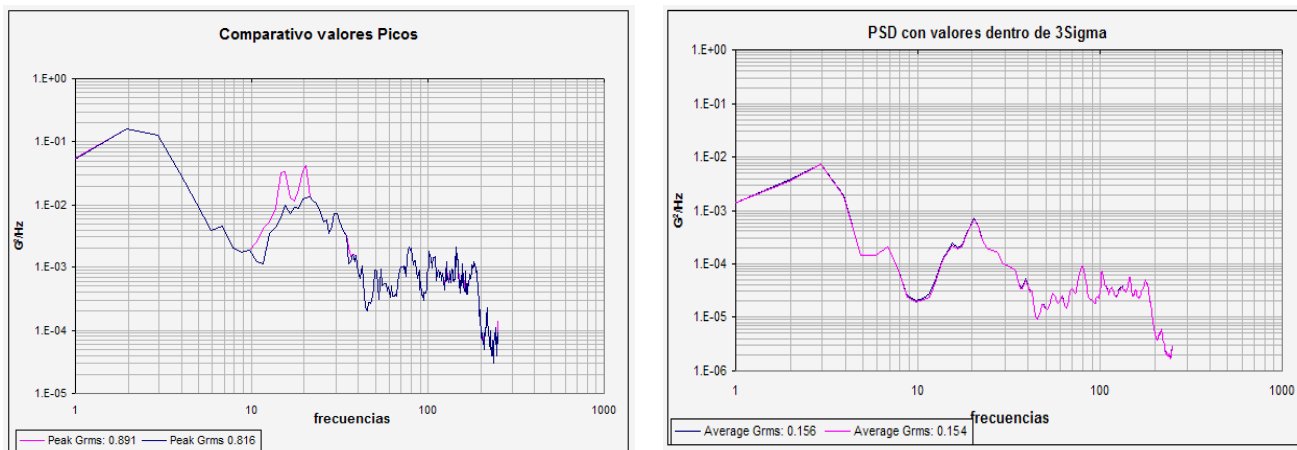
- 1) Grms の標準偏差(σ)と平均値(μ)を考慮し、 $\mu+3\sigma$ の範囲に入らない値を、振動とは区分し激動と称することにする。(図 4.4-6 参照)



Source: JICA 調査団

図 4.4-6 有意差のある波形を除いた Grms

- 2) 区分したデータを分析する。各波形は、単発的なデータか、もしくは、ある区間でもって連続的に発生している。これらが持つ特徴を考察する。(図 4.4-7 参照)



Source: JICA 調査団

図 4.4-7 2つの Grms におけるピーク PSD・周波数カーブ

3) 発生した位置を下記の印を用いて、地図に示す。(図 4.4-8 参照)

- ゾーンの始点と終点及び単発データ: 赤の点
- 橋の段差: 緑の旗
- 車の追い越しなどの単発データ: 青の旗



FIG-8: SURVEY RAFAELA-CLORINDA

赤: 区間範囲、スポットケース、緑: 端通貨、青: 追い越し

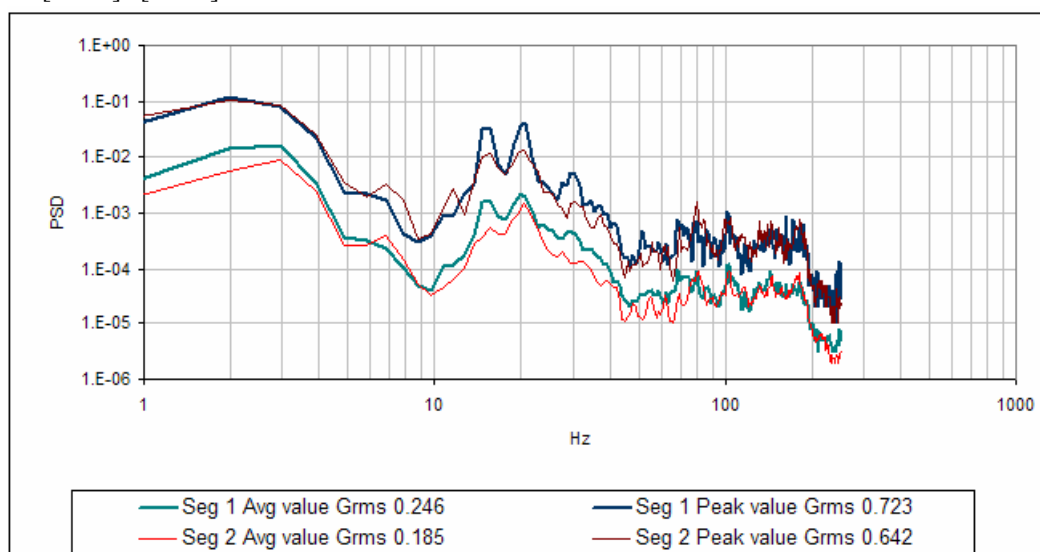
Source: JICA 調査団

図 4.4-8 Rafaela-Clorinda 調査ルート

- 4) 激動を区間ごとにまとめ、それらを PSD 分析する。

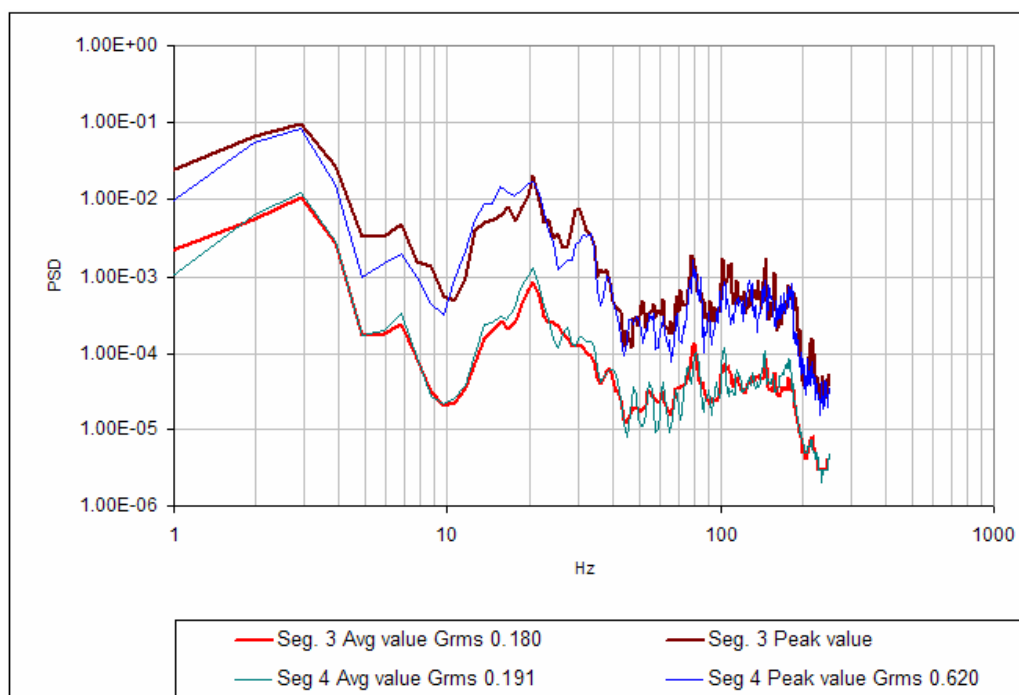
Rafaela-Asuncion(Rafaela-Clorinda)の場合

- 1) 区分したデータは、図 4.4-6 に示した。これらは、全体の 2.9%だったため、PSD の平均値には影響しないが、各周波数の最大値を集めたピークの PSD には影響し、特に、10-25Hz 間ではっきりとその差が現れている。トラック、若しくは積荷の固有振動が励起されていると思われる。(図 4.4-7)
- 2) データと追跡記録を対照し、発生位置を示した。(図 4.4-8)
- 3) 激動の発生点は、分散しているが、G の比較的高い 4 つの区間が特定できた。
 - 区間 1: 県道 RP70 Colonia la Nueva 市周辺、区間距離 6.6km、平均速度 75km/h (GPS)。計測データによると「カマボコ」及び「ガタガタ道」と思われる衝撃的波形がある。
 - 区間 2: 国道 RN11、S. Justo 市周辺、記録回数 4、区間距離 29km、平均速度 79km/h (GPS)、補修道路。
 - 区間 3: 国道 RN11、Resistencia 市周辺、記録回数 14、区間距離 95km、平均速度 73km/h (GPS)、橋などあり、Puerto Eva Peron 港周辺では、かなりの勾配(坂道?)がある。
 - 区間 4: 国道 RN11、Mercedes 川周辺、記録回数 5、区間距離 36,8km、平均速度 79km/h (GPS)、補修道路、橋や道に穴などがある。
- 4) PSD 分析の結果を図 4.4-9「区間ゾーン 1, 2」、図 4.4-10「区間ゾーン 3, 4」に示す。図 4.4-9 のほうは、典型的な「カマボコ」や補修道路と思われるケースで、図 4.4-10 では、橋が多い区間ゾーンである。両方ではいずれも、ピークが発生している周波数として[3Hz~4 Hz]と[15Hz]、[30Hz]が目立つ。



Source: JICA 調査団

図 4.4-9 区間 1,2 における Grms 平均値及び Grms ピーク値・周波数カーブ(図 4.4-8 参照)



Source: JICA 調査団

図 4.4-10 区間 3,4 における Grms 平均値及び Grms ピーク値・周波数カーブ(図 4.4-8 参照)

(5) 所見

速度:

分析した結果、長時間、高速で走り続けられるルートであることが明確になった。(図 4.4-3)、全走行距離の 75%は、80km/h~100km/h の速度で走っている。PSD のカーブは、速度により変化し、Grms の値も、速度の上昇につれて増加している。

有意差のある(3 σ を超えている)波形(激動)の分析:

全データの 2.9%である。PSD の平均値には影響しないが、ピークの PSD(各周波数の最大値を連ねたカーブ)には影響があり、特に 10-25Hz 間でははっきりとその差が現れている。(図 4.4-7)発生回数は、分散しているが、G の比較的高い 4 つの区間が特定できた。「単発データ」も特定された。

(6) DER の修正ソフト GPSMap for JPI による解析例

GPSMap for JPI をインストールしてあることが前提である。

ここでは、データベースにある、Aimogasta-Charata-A050719-DER-10059 の Data を解析する。

- 1) まず、EXCEL 上に、表 4.4.1-1 を用意する。順次、必要な数値が表示される都度、各欄に
入力して行く。
- 2) 次に、通常の振動解析ソフトを立ち上げ、対象とする
19-07-05-Aimogasta-Charata-10059.DRS
を開いておく。これにより、加速度テーブルが表示される。
ここには、DRS の他に、ppv、Svd、THM ファイルもある。また、Raw データとして
DATA.DAT がある。更に、PSD total. Svd などもある。
更にまた、テキストファイルとして、--itp, --ptr, --utu もある。
無い場合は、後で述べる、テキスト変換により、作ることができる。
ちなみに、itp は、ヘッダー、ptr は、Grms、utu が加速度値になっている。
- 3) これに対応する GPS データは、フォルダ 19-07-05Aimogasta-Iguazu-GPS の中に、
Aimogasta-Charata-A050719-sn-16-HVS.cnt
としてある。上記のデータを、GPSMap-JPI により、マッチングさせ、速度データ付きの加速
度テーブルを表示させる。ここで、Text ボタンをクリックし、加速度テーブルのテキストフ
ァイルを作っておく。-----.Txt というファイルができる。
以上が、準備段階である。
- 4) まず、通常の振動解析ソフトにより、加速度テーブルを表示し、できるだけ多くのデータが選
択される条件を設定し、PSD 分析を実施する。これにより、分析対象となる全データの
Grms が計算される。この際、不要な区間のデータは除いておく。
- 5) この結果を、テキストファイルとして保存する。
そのために、画面上部にあるアイコン(ボタン)からオプションを選びクリックする。
すると、プルダウンメニューが表示されるので、その中からテキスト変換を選択する。
その時、加速度の単位を G とするかどうかチェックする項目もあるので、確認する。
今回は、G を単位としているので、ここにチェックを入れておく。
テキスト変換を選択すると、変換できる項目が表示されるので、ここでは、加速度と Grms を
クリックしてデータを出力する。出力先を自由に指定できるが、通常、ファイルは、DRS ファ
イルのあるフォルダに出力される。
- 6) 処理が終了したら、出力先として指定したフォルダに、-----.itp、-----.ptr、-----.utu という識
別子のついたファイルが、できていることを確認する。

参考までに、上記の他に、PSD ピーク、PSD 平均、温湿度データ、加速度波形が、テキスト変換できる。

表 4.4.1-1 05-07-19 Aimogasta-Charata PSD 分析 車両速度-Acc

注: 下記のデータは、PSD分析の都度、チェックの上、記入する。									
分析範囲(データ番号): 167~3036									
区分	Ch1			Ch2			Ch3		
	Data数	Grms (G)		Data数	Grms (G)		Data数	Grms (G)	
		PSD-Ave	PSD-Peak		PSD-Ave	PSD-Peak		PSD-Ave	PSD-Peak
Ov.All	2523	0.304	2.04	1531	0.102	0.671	843	0.062	0.374
Alow	2	0.09	0.12	44	0.06	0.15	37	0.05	0.12
Blow	112	0.11	0.35	129	0.09	0.29	68	0.07	0.19
Clow	233	0.24	0.80	52	0.15	0.47	15	0.10	0.26
Dlow	45	0.47	1.44	0	0.00	0.00	1	0.17	0.17
Amid	292	0.19	0.60	873	0.09	0.42	911	0.05	0.27
Bmid	309	0.28	0.86	42	0.19	0.50	11	0.16	0.29
Cmid	137	0.34	0.97	8	0.26	0.49	2	0.34	0.96
Dmid	187	0.49	1.86	2	0.35	0.45	1	0.17	0.17
Ahi	878	0.26	1.00	1290	0.08	0.46	1293	0.04	0.27
Bhi	275	0.34	0.97	3	0.28	0.38	1	0.17	0.17
Dhi	141	0.46	1.61	1	0.32	0.32	0	0.00	0.00
注: 下の表は、GPSのデータとマッチング後、走行速度・加速度テーブルをEXCEL上に読み込み、並べ替え処理によりデータの区分を行った後で、記入する。									
区分	Ch1				Ch1				
	データ数	実走行時間 hr	走行距離 km	平均速度 km/hr	道路種別	データ数	実走行時間 hr	走行距離 km	距離の%
Alow	38	0.07	0.77	10.40	A	1140	2.22	181.30	50.3%
Blow	106	0.21	4.80	23.30	B	686	1.33	95.61	26.5%
Clow	240	0.47	12.38	27.60	C	379	0.74	30.23	8.4%
Dlow	45	0.09	2.67	30.60	D	381	0.74	53.22	14.8%
Amid	270	0.52	30.81	58.00	Total	2586	5.03	471.48	100.0%
Bmid	295	0.57	39.27	68.50					
Cmid	139	0.27	17.85	66.00					
Dmid	189	0.37	24.20	65.90					
Ahi	832	1.62	149.72	92.60					
Bhi	285	0.55	51.54	93.00					
Dhi	147	0.29	26.35	92.20					
Total	2586	5.03	360.38	71.95					

Source: JICA 調査団

7) ここで、EXCEL を立上げ、新しいファイルにテキスト変換したデータを読み込み、これらを一つのワークシートにまとめる。ここでは、

“Aimogasta-Charata-A050719-DER-10059-Acc-Grms-Vel.xls”

という名前にしておく。これを、表 A とする。

このファイルには、行番、日時、3 方向の加速度と Grms、速度、GPS により採取した位置情報が保存されている。

加速度と Grms の単位を確認し、m/sec² の場合は、重力の加速度 9.8 m/sec² で割り G の単位に直しておく。

また、後で、加速度の絶対値と Grms との相関を調べるので、加速度は、その隣の列に、絶対値を入れておく。

表 4.4.1-2 振動データの道路タイプ-走行速度による区分基準(水平線による場合)

区分名	速度 範囲 Vel	Grms (G)		加速度値 (G)		Grms (m/sec ²)		加速度値 (m/sec ²)	
		Min(<)	Max(≦)	Min(<)	Max(≦)	Min(<)	Max(≦)	Min(<)	Max(≦)
Allow	0<	0.00	0.06	0.00	0.22	0.0	0.6	0.0	2.2
Blow	Vel	0.06	0.12	0.22	0.43	0.6	1.2	2.2	4.3
Clow	≦40	0.12	0.33	0.43	1.20	1.2	3.3	4.3	12.0
Dlow	km/hr	0.33	-	1.20	-	3.3	-	12.0	-
Amed	40<	0.00	0.19	0.00	0.69	0.0	1.9	0.0	6.9
Bmed	Vel	0.19	0.265	0.69	0.96	1.9	2.65	6.9	9.6
Cmed	≦80	0.265	0.33	0.96	1.20	2.65	3.3	9.6	12.0
Dmed	km/hr	0.33	-	1.20	-	3.3	-	12.0	-
Ahi	80<	0.00	0.265	0.00	0.96	0.0	2.65	0.0	9.6
Bhi	Vel	0.265	0.33	0.96	1.20	2.65	3.3	9.6	12.0
Chi		-	-	-	-	-	-	-	-
Dhi	km/hr	0.33	-	1.20	-	3.3	-	12.0	-

注. 加速度値(Acc)と Grms の関係は、次式による。Acc=3.6241×Grms

Source: JICA 調査団

8) 次に、表 4.4.1-2 に基づいて PSD 分析をするために、速度付き加速度テーブル(Acc. Table)に戻り、Auto ボタンをクリックする。

9) すると、データの選択画面が表示されるので、所要の選択をする。

1. まず、Allow の条件を入力する。

- Adoption level は、Acc を、0.0 m/s² 及び 0 に設定する。
- Analysis interval appointment は、Entire interval appointment を選択し、Analysis start Num と Analysis end Num を、3)項で選択した範囲に合せておく。

- Speed specification は、Speed specification を選択し、表 4.4.1-2 から、Alow の速度範囲を設定する。
 - Acc specification も、Acc specification を選択し、表 4.4.1-2 から Alow の加速度範囲を設定する。なお、単位に注意し、単位に合った数値にすること。
 - 設定が終了したら、Execution ボタンをクリックし選択処理をする。
 - 終了すると、Acc table 画面に戻る。ここで、選択が確実になされているかどうかテーブルをスクロールし、確認する。条件に合うデータの欄が赤く塗りつぶされている。
 - この条件を、保存するために、Save ボタンをクリックする。保存先とファイル名を入力し、保存する。ここでは、Alow として別途フォルダを作成し、そこに、Alow.Svd として、保存する。
2. Alow の PSD 分析
- ここで、DER-SMART 振動解析ソフトウェアに戻り、
19-07-05-Aimogasta-Charata-10059.DRS を開く。
 - 加速度一覧表を表示させ、開くボタンをクリックし、ファイルの選択画面から、(1)項で保存した Alow.Svd を選択し、保存ボタンをクリックする。
 - 次の画面で、開始ボタンをクリックする。
 - 終了すると、Alow の選択条件でデータがセットされるので、PSD 解析ボタンをクリックする。PSD の算出処理は、選択波形とし、単位を G^2/Hz とする。OK ボタンをクリックし解析を開始する。
 - 解析結果が表示されたら Grms、データ数などを確認し、問題が無ければ、必要なデータを表 4.4.1-1 に入力後、オプションボタンをクリックし、加速度波形を除く全項目のテキスト変換を実施する。
 - 新しく Alow というフォルダを作り保存する。Alow.itp というファイルができる。
 - EXCEL でこのファイルを開く。ファイルの種類ですべてのファイルを選択すると、Alow.itp の他に、Alow.otd、Alow.ptp、Alow.ptr、Alow.utu ができている。すでに述べたが、itp は、ヘッダー、ptr は、Grms、utu が加速度値であり、otd が、温湿度、ptp が、PSD になっている。
 - 振動解析ソフトウェアによる Alow の解析は、以上である。
 - ここで、GPSMap-for JPI に戻るため、Acc. table を開く。すなわち、7)に戻る。
 - Blow の分析をするために、8)以降を繰り返す。
3. Dhigh までの全ての PSD 解析と解析データのテキストファイルの保存を終わらせる。
- 以降は、全て EXCEL での作業となるので、振動解析関係のソフトは、閉じる。
- 10) 道路タイプ-走行速度区分別データ数、走行距離、走行時間、PSD
1. EXCEL のシート表 4.4.1-1 を完成させる。区分ごとの PSD 分析結果が表示される都度、データ数、PSD ピーク、PSD 平均、が記入できる。
 2. Ch1(Vertical)だけについて分析し、他の方向は、必要に応じて行うこととする。

3. 時刻データから計測間隔を確認する。この調査では、7秒間隔になっている。よって、データ数に7秒を掛けて、実走行時間を求める。
 4. 各区分の走行距離を求めるために、表Aのデータを新しいワークシートにコピーし加工する。ここでは、ワークシートに「速度-Grms 区分作業表」という名前をつけた。さて、ここで、不要なデータを削除する。
測定開始前のデータ、Num 1～166のデータ、及び、GPSのデータが採れず、速度が50 km/hrとなったままの Num 3037～10000のデータを削除する。
 5. SpeedとCh1の加速度の絶対値のカラムを隣同士になるように、配列を変える。
 6. Speedの列の隣に、速度に7秒=0.001944時間を掛けて、走行距離を計算させる数式をセットし、各速度での走行距離を求める。
 7. 次に、テーブル全体を、Speedのデータで並び替える。並び替わったデータを基に、速度で、低速域、中速域、高速域に区分する。各区分の間に空白行を3行挿入し、色をつけておくとよい。
 8. 低速域に該当する行全体について、加速度で並べ替えを行い、表4.4.1-2に基づいて、A, B, C, Dの区分を行う。各区分の間に空白行を3行挿入し、色をつけておくとよい。
 9. 中速域、高速域についても、同様の作業を行う。
 10. 区分間の空白行を利用して、各区分のデータ数、平均速度、走行距離を集計する。結果を表4.4.1-1に入力する。PSD分析した際の数と多少異なるが大差はない。
以上の作業により、表4.4.1-1が全て埋まり、道路種別の構成比率が求まる。
- 11) 各区分のPSD波形の処理
1. 次に各区分のPSD波形をまとめ、試験用パターンを設定する。
 2. まず、テキストファイルとして保存してある、区分ごとのPSDデータをひとつのEXCELファイルにまとめる。ここでは、これに、「区分別PSD」と名付ける。
 3. 9)で保存した-----.ptpファイルをEXCEL上で、A_{low}からD_{high}まで順に開いて行く。これらのファイルを更にコピーして、「区分別PSD」と名付けたファイルにまとめる。
 4. 一番最初のSheetを総合表として使用することにし、二番目以降のワークシートに1区分づつ、3方向分のデータを順次貼り付けてゆく。貼り付けたシートの先頭には、区分が判るように、名称を入れておく。
 5. 全部のデータを貼り付けたら、各区分の上下方向のデータだけを周波数の列と一緒にコピーし、先頭のワークシートに周波数を揃えて、貼り付ける。なお、総合表は、「総合表Ch1」と名前を変えておく。
 6. 全て、貼り付け終わったら、適宜、列を入れ替えて、次のPSDカーブを表示する。
 - a. 道路のタイプ別にまとめた、A(low, med, hi)、B(low, med, hi)、C(low, med)、D(low,

- med、hi) の 4 枚の PSD 線図
- b. 速度帯別にまとめた、Low(A、B、C、D)、Med(A、B、C、D)、High(A、B、D)の 3 枚の PSD 線図

4.4.2 SAVER3X90 機材解析手順

SAVER3X90 機材にて、計測した全ての輸送環境調査収集データを解析する手順として次の JICA メルコスール解析手順(SAVER3X90 版)を示す。

JICAメルコスール 解析手順 (SAVER版)

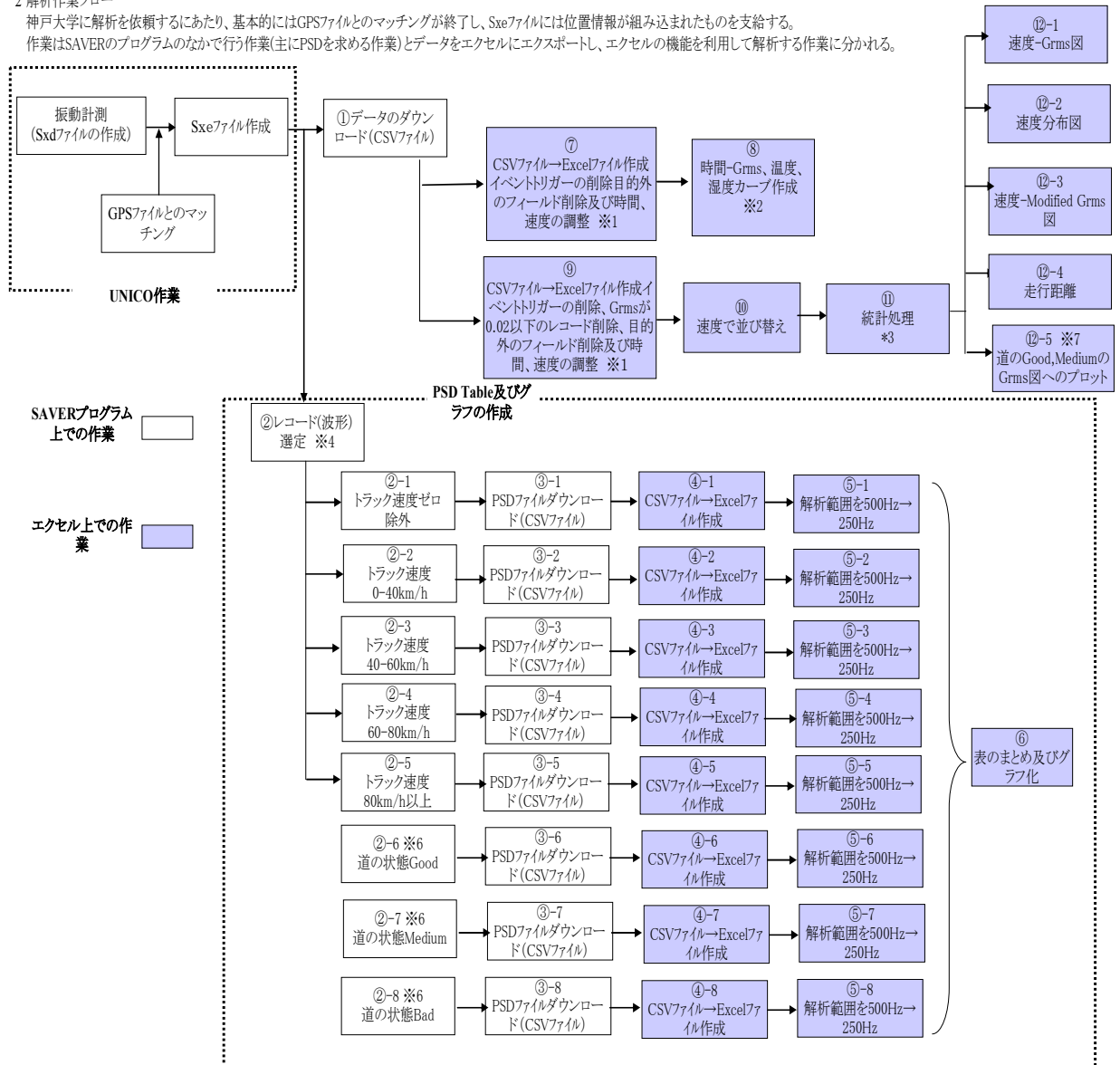
下記に、計測器SAVERを使用して実施した輸送環境調査にて計測した振動データの解析手順を示す。

1 用語の説明

- Sxdファイル SAVERで計測される生データのファイル
- Sxeファイル SxdファイルをSAVERのプログラムで変換したファイルでMicrosoftのアクセス形式ファイル
- GPSファイル GPSにてトラックの位置、時間情報を記録したファイルでCSV形式ファイル

2 解析作業フロー

神戸大学に解析を依頼するにあたり、基本的にはGPSファイルとのマッチングが終了し、Sxeファイルには位置情報が組み込まれたものを支給する。作業はSAVERのプログラムのなかで行う作業(主にPSDを求める作業)とデータをエクセルにエクスポートし、エクセルの機能を利用して解析する作業に分かれる。



SAVERプログラム
上での作業

エクセル上での作
業

- ※1: SAVERプログラムからエクセルにエクスポートされる際、時刻がグリニッジタイム、速度はMile/時で表示される。これを現地時間、km/時に修正する。
- ※2: サンプルのエクセルファイル参照
- ※3: サンプルのエクセルファイル参照
- ※4: SAVERプログラム上で速度条件等により簡単に合致するレコードのみ選択可能。但し、速度ゼロの除外はGrms<0.02で行う。
- ※5: SAVERプログラムではサンプリングレートが1msの場合、自動的に500HzまでのPSDを計算する。DER-SMARTに合わせ250HzまでのPSDをエクセル上で計算する。
- ※6: Time Recordにて走行道路のGood、Medium、Badを記入しているのそれぞれに該当する時間帯のデータのみ取り出し、それぞれの状態のPSDを求める。SAVERのレコードを手で選択する作業のため時間かかる。ただしこれを行うのはBrazilのBelem-Sao Pauloの9月21日、22のデータとJoinville-Santiagoのデータ、Campinas-Recifeのデータのみ。
- ※7: Grms図上へのプロットは色を変えてわかりやすく手作業となるので時間かかる。解析対象のデータは上記※6の通り。

Source: JICA 調査団

4.4.3 輸送環境と計測データの概観

包装試験基準を設定する観点からデータを概括し、その特徴をまとめ以下に示す。

(1) 道路輸送における日本とメルコスール地域の違い

JISの基準を満たしていても損傷事故が多いとのことから、まず、日本の状況との比較を試みる。

1) 輸送車両の違い

まず、目視による観察から気づくことは、貨物車両のおよそ80%が、トレーラタイプである。日本では、80%以上がトラックではないかと思われる。

日本のある企業で輸送効率改善のために、一度に運べる貨物量がトラックよりも多いトレーラに切り替えたところ、損傷事故が増加した。その原因解明のため調査が実施されたが、振動に大きな差が認められ、この時は、トレーラを振動の少ないエアサスペンションタイプに代えて対処した。

日本では、車検制度があり、古い年式の車両は、メンテナンス費用が増大する。一方で、排ガス規制を満たす新型車は、税制で優遇される。

本 JICA 開発調査で行った試験輸送中、車両が故障し、修理のためにデータの採取を一時中断しなければならない事態が発生した。

2) 積荷の状態

我々が見た範囲では、大型の家電品は別として、量の多い中・小形の貨物は、パレタイズされており、荷崩れ防止用にストレッチフィルムが巻かれている。積み降ろしは、フォークリフトトラックが主である。

今回調査対象とした協力企業のパレット寸法は、荷台の寸法を配慮したものとなっているようで、アイドルスペースは、ほとんどない。そのためか、バンタイプのトレーラでは、特に荷崩れ防止のための固定は、されていない。平ボディに冷蔵庫を積む場合は、ロープで縛り、キャンバスを掛ける。

日本でも、積み降ろし時間短縮などの観点からパレタイズされているものが増えているが、まだ、普及率は低い。荷崩れ予防のための積荷の固定と積載効率の確保はなされているが、手荷役に伴う衝撃に対しては、不利である。

積載率は、食品など嵩比重の大きなものは、重量で満載に近い状態であり、上部に若干の隙間を残している。

冷蔵庫など嵩密度の低いものは、横積みもされており容積で満載状態であるが、重量比で見ると6割程度と推測される。これらについては、日本とほぼ同じと考えてよい。

一般的に、重量で見た積載率が小少ないほど、荷台の振動は、大きくなる。

3) 輸送距離と走行状態

日本は、大消費地である東京と名古屋、大阪が、距離にして600～700kmの間にあるため、1運行あたりの輸送距離は、大半が1000km以下である。長くても2000kmと考えればよいが、メルコスール地域で、国境を跨いだ輸送となる場合は、2000kmから3000kmを越えることとなり、アルゼンチン、ブラジルでは、国内輸送でも、3000kmを超えている。

従って、高速自動車道を長時間連続走行することとなり、その平均スピードは、時速80kmを超える事が多い。トラック全体の持つ運動エネルギーが、走行速度の二乗に比例して増えることなどから、路面条件が同じであればトラックの荷台に発生する振動は、速度に比例して増加すると考えられるので、その分、メルコスール地域の振動レベルが日本より高くなることは予想できる。

しかし、輸送距離については、米国・欧州も同じと思われ、これらの国の輸送状態が加味されているISO、ASTMの試験規格を超えるストレスが負荷される原因は、何かを明らかにしなければならない。

4) ドライバーの気質と技量

今回調査した殆どの運行に調査団員が同乗する追送車をつけ、道路状況と併せて車両の走行状態を観察したが、どの車両も、丁寧に運行されており、職業運転手としてプライドを持って走らせている立派な人達ばかりであった。確かに、駐車場で仮眠する彼らと、ホテルに宿泊する我々が別れた後、それまでとは変わって彼等が非常な高速走行をしていたことを示すデータもあるが、隊列を組み警護車を連れて走らなければならない区間もある。

走行速度と発生する振動の大きさの関係を示すデータから、時速100kmを超える速度で走行している区間がかなりあるが、そこでの振動レベルは、他に比べ非常に小さい。すなわち、彼らは、高速でも決して大きな振動・衝撃が発生しない、路面状態のよい、安全な走行のできる所でしか、高速走行はしていないことが伺える。

5) 道路の路面と屈曲の状況

日本では、現在、人が居住していない山間部などを除けば、殆どの道路が定期的に補修され、極悪な路面というのは余りない。

しかし、メルコスール地域では、国土が広いいためか整備の及ばないところが各所にあり、それらを走行する場合は、発生する振動もかなりのレベルとなる。

ただし、道路輸送中に発生する振動レベルの最大値は、日本も、メルコスールも殆ど変わらないと思われる。問題は、その発生頻度である。

同じトレーラーで日本を走った場合とメルコスールを走った場合、発生する振動レベルの最大値は、どちらも同じとなるが、その最大値の発生回数が大きく異なると推察される。

その最も大きな原因となるのが、路面の状態と、走行速度であろう。

ところで、走行速度は、道路のカーブの状態とも関係する。直線部分が短くカーブの連続することが多い日本では、走行速度も自ずと限界がある。

しかし、メルコスール地域の道路は、国土が広いために何百キロも真っ直な道路があり、その直線部分の比率が日本に比べ圧倒的に大きい。これが、交通量の少なさと相まって高速走行し易い環境となっている。路面が多少悪くても、ハンドルさえしっかり握っていれば、走りきれるようである。

4.5 調査対象品破損の状況と破損率

冷蔵庫(容積 310L、トラック 1 台あたりの積載台数 142 台)の輸送環境調査ではブラジル→チリルートで製品・包装の破損状況を調べた。輸送経路や輸送条件は前述の調査内容に記載されているので、チリ側の着荷倉庫での輸送貨物を全数調べた結果を下記に示す。

- (1) 製品: 出荷製品で開梱できないため製品の良否は外観上判別できなかった。
- (2) 包装: 輸送で発生する包装不良の判断基準が規則化されていないため、荷受側の日常業務担当者の立会いにより外観上の良否の判断をした。結果を以下の表に示す。

表 4.5-1 包装不良数

調査対象台数		良品数	不良品数
縦積み台数	94	90	4
横積み台数	48	2	46
合計	142	92	50

Source: JICA 調査団

上記の表中、不良品の中で工場出荷時に発生している考えられる次の様な製品があった。

EPS 成形品割れ: 4 台

シュリンク不良: 17 台

トラック積載効率を高めるため横積みして積載しているが、ここに包装設計上の問題があることが表のデータからわかる。横積み作業は積荷の天井に作業者が乗って行うため包装が破損しやすい状態に置かれることや横積みされた包装品には輸送振動が伝わりやすいことを考慮する必要がある。



荷台後部のシートを外した状況：
 *製品上部コーナー角当て板が外れてEPSを痛めている。
 *注意深くみると製品下部EPSの両角部が変形している。



上部横積み製品の荷役作業：
 *製品・作業者とも危ない場面である。



走行中の製品移動：
 *荷台から8cm移動してEPSが変形している。
 Source: JICA 調査団



シュリンク・フィルムの溶断：
 *フィルムが製品の一部に当り溶断している。

図 4.5-1 着荷時の貨物の状況と輸送に対する製品不良

4.5.1 包装不良状況

包装不良に関して我々がこのプロジェクトで入手できる情報を説明するには次の問題がある。

- (1) 様々な形で情報を得ているが、その多くは散発的な結果が多く、必ずしも統計分析によるものではない。
- (2) 輸送の追跡調査は、販売物流品が対象であり、開梱して調査できない。
- (3) 協力企業といえども経営上の守秘事項であり公表するものではない。

このような隘路を考慮し、包装不良に起因すると考えられる製品と包装に生じた不良内容についての情報を下表にまとめ、包装適正化を図る狙いと考えた。

表 4.5.1-1 包装不良情報

対象製品	不良内容	推定要因	情報源
電気冷蔵庫	外装EPS割れ	車上荷役・荷台欽定・成形加工	追跡調査
	外装フィルム破れ	車上荷役・荷台欽定	
	シュリンク・フィルム溶断	収縮作業	
	冷媒漏れ	冷媒管ロウ付け加工、輸送振動	メーカー情報
	製品下部変形	輸送衝撃	室内試験推測
家電製品	段ボール箱潰れ	保管	追跡調査
雑貨品	段ボール箱潰れ	輸送保管	
液体薬品	液漏れ	輸送圧縮	追跡調査
食料油	油漏れ(封緘不良)	輸送圧縮	メーカー情報
乳製品	容器封緘材破れ	輸送圧縮	
	封緘材溶着不良	包装材料品質	

Source: JICA 調査団

4.5.2 過剰包装による損失額

工業製品の過剰包装は、通常考えられる物流で製品に加わる流通環境外力を不正確に捉えて包装設計したり、また、その環境外力に対して必要以上に(製品+包装)の強度を付与させることによって生ずる過剰品質をいう。つまり、流通環境外力や製品及び包装材料強度の調査不足、あるいは不正確な包装設計をなされた製品で包装が過剰になる例がある。(贈答用の包装で意図的に見栄えをよくする包装については説明を省く。)

例えば、メルコスールで見られる製品全体を発泡スチロール(以下 EPS と略す。)で包装した電気冷蔵庫の場合を考えてみる。

EPS は荷扱い中に生ずる落下衝撃の緩衝保護、輸送中に生ずる車両走行振動の防振保護、そして、積上げ保管時の圧潰保護の機能が要求される。

緩衝: 荷扱いの落下を製品の耐力以下に保護するための EPS の面積と厚さが必要になる。

この場合の過剰包装の要因となる内容は次の点である。

- (1) 通常の荷役で生ずる落下高さの見誤り
- (2) 製品耐力の調査不足
- (3) 緩衝設計のミス(材料特性不備)

防振： 製品を固定支持するEPSの面積と厚さ、及び製品の重量で決まる包装の振動特性が走行振動を増幅させ製品に許容耐力以上の振動を伝達させ破損が起きる。この場合、過剰包装の要因となる内容は次の点である。

- (1) EPSの適性値を超える面積と厚さがもたらす振動特性評価不足
- (2) 製品の振動耐久性調査不足
- (3) 管理された輸送で生ずる走行振動の見誤り

圧潰： 保管時に生ずる長期荷重に耐えるEPSの面積・厚さが必要になる。

この場合には、過剰包装になる要因は、主にEPSのクリープ特性の不備による。

上記のように、EPSの不用意な厚さと面積がもたらす使用量増加と包装外形寸法の増加になる。それと物流環境データの把握不足が関係する。その結果、包装材料費・加工費と客先までの輸送費・保管荷役費の増加を招く。包装材料費・加工費は小額で済むが、物流コスト全体では逸失利益は大きい。

4.5.3 製品破損による損失額

家電製品の調査で得た情報を引用して冷蔵庫の出荷品の主な製品不良内容を下表に示す。

表 4.5.3-1 電気冷蔵庫の製品不良率

不良内容	発生率 %
ドア調整不良	0.46
電気配線不良	0.42
ドアシール不良	0.28
ドレン受け不良	0.27
衝撃によるドア不良	0.13
包装不良	0.03
その他	0.33
合計	1.92

*発生率は検体数約 17000 台のうちの不良品発生率を示す。

Source: JICA 調査団

生産現場の不良率からすると流通上の不良率 1.92%は大きい。不良内容を見ると、ドアに関係するものが不良件数の 4 割を超えていることに注目すべきである。振動衝撃によりドア下がりが生ずるためと予想できる。

このように、商品性や性能が下ったり破損した製品の交換費用、無償修理費用、これらによる値崩れ、及び、事務費用が利益損失に関係する。製品不良についての定量的な情報は筆者の活動の中では得られなかった。

製品破損の防止は、破損モードを解析するとともに物流環境外力に対する製品/包装設計品質検証システムを明確にする必要がある。今回、本プロジェクトで行った計測、解析、試験基準の設定に関する情報の活用は意味がある。

第 5 章 輸送環境調査データの蓄積及び分析
