

中華人民共和國
工場（上海合金工場）近代化計画
調査報告書

1990年1月

国際協力事業団

鉦計工
CR(3)
90-1

中華人民共和國
工場（上海合金工場）近代化計画
調査報告書

1990年1月

21434

国際協力事業団

国際協力事業団

21434

序 文

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国の工場（上海合金工場）近代化計画にかかる調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、古河特殊金属工業常務取締役河野充氏を団長とする調査団を編成し、1989年3月6日から3月26日まで現地に派遣した。

調査団は、中華人民共和国政府関係者と協議を行うとともに、現地において工場診断および関係資料の収集を行ない、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った。

本報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立立つことを願うものである。

終わりに、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

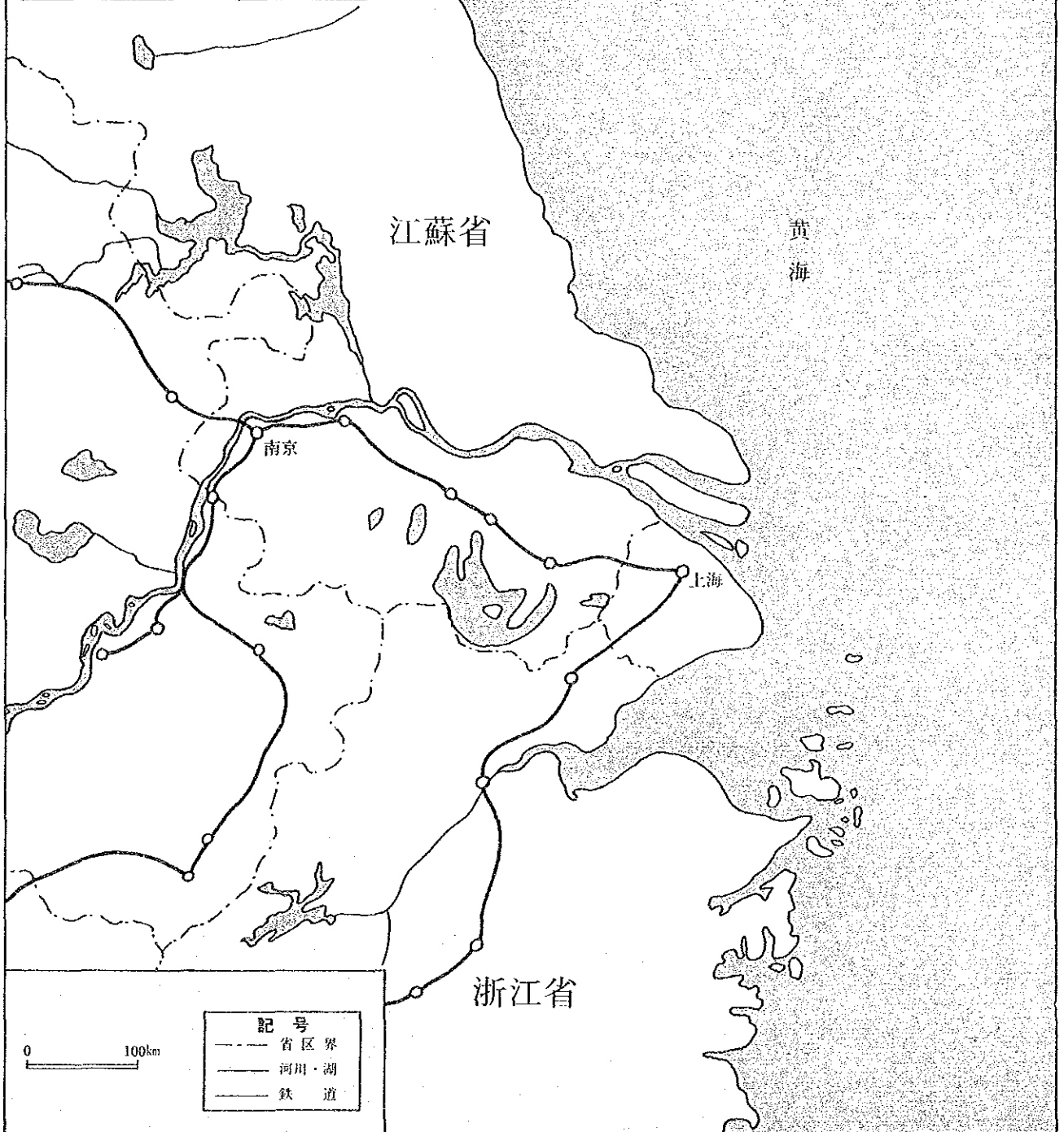
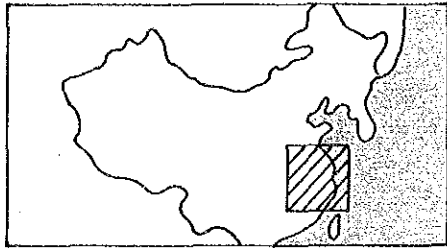
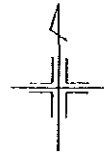
1990年1月

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介

柳谷謙介

調查地区案内図



大 要

大 要

1. 本調査の概要

(1) 調査の背景

本調査は、国際協力事業団と中華人民共和国国家計画委員会が、1989年1月16日付で署名した「中華人民共和国工場（上海合金工場）近代化計画実施細則」にもとづき実施した。

(2) 調査の目的

既存設備の利用に重点を置いた生産工程と生産管理および、工場が計画している技術、設備、品質管理の導入に関する近代化計画を提案する。

(3) 調査対象製品および設備

対象製品： 熱電対，補償導線および抵抗合金

対象設備： 上記製品を生産する製造設備および検査設備

(4) 現地調査

河野充を団長として団長・団員4名で1989年3月6日から3月26日まで21日間現地調査を行った。

(5) 工場概要

設 立： 1952年

敷地面積： 71,487㎡

職員総数： 1,272人

主要製品：	抵抗材料	1988年生産量	139	t/年
	電熱材料	"	73	"
	測温材料	"	37	"
	管球用材料	"	149	"
	整磁材料	"	26	"
	溶接材料	"	25	"
	貴金属材料	"	2.8	"

他に人工ダイヤモンド触媒合金，シリコン単結晶などを生産しており、合金製品の種類としては約200品種となる。

生産能力は、工場全体で500t/年である。

2. 近代化計画

(1) 生産工程面での近代化

1) 合金線製造設備

各合金線は製造設備を共有或いは個別に使用されるが、これらの設備には老朽化したりまた、日常の管理が不十分なことなどから、各設備間の生産能力に差が生じている。

圧延工程では2工程で作業されているため、生産性が極めて悪い状態である。

伸線工程では1コイル毎に線の掛け換え作業を行ったり、高速伸線機では生産される単重が小さいため稼働率が悪い。

合金線製造設備の近代化計画は、材料を大型化する事を主眼とし、問題点の重要度、技術の難易度、工期の長短、投資金額の大小および、日本に於ける同種製造所の経験と実績から、次の3段階に分けて実施することを提案する。

第1段階：熱間圧延工程の設備改善（または新設）を主とし、同時に溶解、外削および鍛造設備についての大型化対策を行う。

日本に於ける設備の概算改造費 371.9 百万円
改造スケジュール 1995年1月から1996年12月

第2段階：太物伸線の設備新設およびその他伸線設備の大型化対策を行う。

日本に於ける設備の概算改造費 122.7 百万円
改造スケジュール 1997年1月から1998年12月

第3段階：大型ポット炉の新設およびその他焼鈍設備の改善を行う。

日本に於ける設備の概算改造費 182 百万円
改造スケジュール 1999年1月から1999年12月

第1～第3段階の日本に於ける設備の概算改造費の合計は、676.6 百万円である。

2) 合金板条材の生産工程

板条材の生産設備のうち溶解鑄造および鍛造設備は、線材と共有であることから、これらをどう改造するかで左右される。

線材と同じ様に、材料の大型化を前提として能力の向上、工程の近代化および品質の向上を計ることから、線の計画に合わせて、次の3段階に分けて実施することを提案する。なお、圧延設備の改造および新設は行わず、現有設備を

そのまま生かすことで計画した。

第1段階：材料の大型化による熱間圧延工程の検討を行う。

検討スケジュール 1995年1月から1996年12月

第2段階：材料の大型化による冷間圧延工程の検討を行う。

検討スケジュール 1997年1月から1998年12月

第3段階：大型ポット炉の新設およびその他焼鈍設備の改善を行う。

改造スケジュール 1999年1月から1999年12月

(2) 工場管理面での近代化

社内標準化，設計管理，調達・在庫管理，生産・工程管理，設備管理，品質管理，安全管理，環境管理，原価管理，および教育・訓練に於ける主要な問題点に関し、日本に於ける同種製造所の経験と実績から、対応策の提案を行った。

(3) 近代化計画実施上の留意点

近代化計画実施上の留意点として、実行組織，スケジュール等についての提案を行った。

中華人民共和國
工場（上海合金工場）近代化計画
調査報告書

中華人民共和國工場（上海合金工場）
近代化計画調査報告書

目 次

序 章

1. 調査の背景	(1)
2. 調査の目的	(1)
3. 調査の対象製品および設備	(1)
4. 調査の対象範囲	(1)
5. 現地調査団の編成および日程	(3)

第1章 工場の概況

1. 1 上海市および嘉定県の概要	1- 1
1. 2 工場の概要	1- 4
1. 2. 1 基本的事項	1- 5
1. 2. 2 工場配置	1- 5
1. 2. 3 製品および生産	1- 8
1. 2. 4 環境保護設備	1- 8
1. 2. 5 ユーティリティー設備	1- 9
1. 2. 6 組織および人員	1- 11
1. 2. 7 生産計画および生産実績	1- 11
1. 2. 8 販売計画および販売実績	1- 14

第2章 生産工程

2. 1 合金線製造設備の現状	2- 1
2. 1. 1 工場の概要	2- 1
2. 1. 2 熱電対および補償導線製造設備の現状	2- 2
(1) 製品仕様	2- 2
(2) 原材料規格と現状	2- 6
(3) 工場配置	2- 8
(4) 生産工程概要	2- 9
2. 1. 3 電気抵抗合金線製造設備の現状	2- 39
(1) 製品仕様	2- 39
(2) 原材料規格と現状	2- 42
(3) 工場配置	2- 42
(4) 生産工程概要	2- 43

2. 2 合金板条材製造設備の現状	2- 70
2. 2. 1 工 場 の 概 要	2- 70
2. 2. 2 製 品 仕 様	2- 70
2. 2. 3 原 材 料 規 格 と 現 状	2- 72
2. 2. 4 工 場 配 置	2- 72
2. 2. 5 生 産 工 程 概 要	2- 72
2. 3 合金線製造設備の問題点と対策	2- 79
2. 3. 1 問 題 点 と 対 策	2- 79
2. 3. 2 設 備 別 の 問 題 点 と 対 策	2- 79
(1) 500 kg高周波大気溶解設備	2- 79
(2) エレクトロスラグ溶解設備	2- 80
(3) 25kg高周波真空溶解設備	2- 80
(4) 50kg高周波真空溶解設備	2- 81
(5) 200 kg高周波真空溶解設備	2- 81
(6) 外 削 設 備	2- 81
(7) 熱 間 鍛 造 設 備	2- 81
(8) 熱 間 圧 延 設 備	2- 83
(9) 焼 鈍 設 備	2- 85
(10) 酸 洗 設 備	2- 86
(11) 伸 線 設 備	2- 86
(12) 連 続 走 間 焼 鈍 設 備	2- 89
2. 4 合金板条材製造設備の問題点と対策	2- 90
2. 4. 1 熱間圧延設備の問題点と対策	2- 90
2. 4. 2 冷間圧延設備の問題点と対策	2- 91

第3章 工場管理

3. 1 生 産 計 画 の 現 状	3- 1
3. 2 設 計 管 理 の 現 状 と 問 題 点	3- 2
3. 3 調 達 ・ 在 庫 管 理 の 現 状 と 問 題 点	3- 20
3. 4 工 程 管 理 の 現 状 と 問 題 点	3- 23
3. 5 生 産 管 理 の 現 状 と 問 題 点	3- 24
3. 6 設 備 管 理 の 現 状 と 問 題 点	3- 26
3. 7 品 質 管 理 の 現 状 と 問 題 点	3- 35
3. 8 計 量 管 理 の 現 状 と 問 題 点	3- 47
3. 9 安 全 管 理 の 現 状 と 問 題 点	3- 48
3. 10 環 境 管 理 の 現 状 と 問 題 点	3- 51

3. 11 教育・訓練の現状と問題点	3- 53
--------------------------	-------

第4章 近代化計画

4. 1 近代化計画の対象とその内容	4- 1
4. 1. 1 上海合金廠の近代化計画	4- 1
4. 1. 2 近代化計画の対象とその内容	4- 2
4. 2 生産工程面での近代化	4- 4
4. 2. 1 各種合金線の生産工程	4- 4
4. 2. 1. 1 第1段階改造計画	4- 6
4. 2. 1. 2 第2段階改造計画	4- 40
4. 2. 1. 3 第3段階改造計画	4- 59
4. 2. 1. 4 近代化計画に対する上海合金廠の要望事項	4- 79
4. 2. 2 各種合金板条材の生産工程	4- 99
4. 2. 2. 1 第1段階改造計画	4- 99
4. 2. 2. 2 第2段階改造計画	4-101
4. 2. 2. 3 第3段階改造計画	4-103
4. 2. 3 運搬作業の近代化	4-103
4. 3 工場管理面での近代化	4-111
4. 3. 1 社内標準化	4-112
4. 3. 2 設計管理面での近代化	4-126
4. 3. 3 調達・在庫管理面での近代化	4-127
4. 3. 4 生産・工程管理面での近代化	4-128
4. 3. 5 設備管理面での近代化	4-131
4. 3. 6 品質管理面での近代化	4-141
4. 3. 7 安全管理面での近代化	4-155
4. 3. 8 環境管理面での近代化	4-156
4. 3. 9 原価管理面での近代化	4-157
4. 3. 10 教育・訓練面での近代化	4-159
4. 4 近代化計画のまとめとスケジュール	4-165
4. 5 近代化計画実施上の留意点	4-174

序 章

序 章

1. 調査の背景

中華人民共和国政府は、西暦2000年までに農業・工業の生産を1980年の4倍に拡大する計画を発表し、計画達成の一環として既存工場改造を強力に推進している。

この方針を具体化するため、中華人民共和国政府はわが国の政府に対しても協力を要請してきており、本調査は、同要請にもとづき国際協力事業団が、中華人民共和国国家計画委員会と署名した、1989年1月16日付の中華人民共和国工場（上海合金工場）近代化計画調査実施細則により、実施したものである。

2. 調査の目的

上海合金廠に対して工場診断を実施し、その結果にもとづき、既存設備の利用に重点を置いた生産工程と工場管理、および工場が計画している生産能力増強計画に関する近代化計画を提案することを調査の目的とする。

3. 調査の対象製品および設備

本調査の対象とする製品および製造設備は下記の通りである。

対象製品： 熱電対、補償導線および抵抗合金

対象設備： 上記製品を生産する製造設備および検査設備

4. 調査の対象範囲

調査の対象範囲は下記の通りとする。

(1) 上海市概要

(2) 工場の概要調査

- a) 工場配置
- b) 製品および生産
- c) 製造設備
- d) 組織および人員
- e) 生産計画および生産実績
- f) 販売計画および販売実績

(3) 生産工程調査

- a) 原料受入工程
- b) 溶解鑄造工程
- c) 外削工程
- d) 鍛造工程
- e) 圧延工程
- f) 熱処理工程
- g) 太物伸線工程
- h) 中細伸線工程
- i) 細物伸線工程
- j) 熱処理工程
- k) 検査工程
- l) 出荷工程

(4) 工場管理調査

- a) 社内標準化
- b) 設計管理
- c) 調達・在庫管理
- d) 生産・工程管理
- e) 設備管理
- f) 品質管理
- g) 安全管理
- h) 環境管理
- i) 原価管理
- j) 教育・訓練

(5) 工場近代化計画の内容把握

中国の工場近代化計画に対する考え方を聴取し、最終報告書の内容について思想統一を計る。

- a) 近代化計画の内容
- b) 近代化実施スケジュール
- c) 近代化に要する経費
- d) 近代化計画実施上の留意点

5. 現地調査団は1989年3月6日から3月26日にかけて現地調査を実施した。
現地調査団の編成および日程は下記の通りである。

(1) 現地調査団の編成

	氏 名	作業分担
団 長	河 野 充	総 括
団 員	佐々木 幸 司	生 産 工 程
”	中 村 允 哉	生 産 設 備 ・ 積 算
”	石 川 浩 司	生 産 管 理

(2) 現地調査の日程

1989年	3月 6日	東京から上海へ移動
	3月 7日	上海合金廠現地調査
	3月 8日	〃
	3月22日	同 上
	3月23日	上海から北京へ移動
	3月24日	国家計画委員会 調査結果報告, 協議
	3月25日	JICA北京事務所 調査結果報告, 協議
	3月26日	北京から東京へ移動, 帰国

第 1 章

工 場 の 概 況

第1章 工場の概況

1.1 上海市及び嘉定県の概要

1.1.1 概要

上海市は、揚子江の南岸，支流黄浦江との合流点にある中国最大の貿易、商工業都市で、行政的には省と同格の中央直轄市である。

市域は10区と郊外の10県からなる。

嘉定県は、上海市の北西約40kmに位置している。上海市の中心部とは高速道路で結ばれており、約1時間の所要時間である。また、上海空港へも約1時間の所要時間で、交通の便には恵まれたところへ位置している。

鉄道は上海駅を起点として、南京長江大橋を渡る京滬（北京－上海），滬杭（上海－杭州）の2幹線があり、これらの鉄道を経由して北西は烏魯木齊，南西は昆明まで直通列車が走る。

また、北京，杭州，重慶，成都などの主要都市とは空路で結ばれており、国際線の寄港地にもなっている。

上海市の工業は近年鉄鋼，機械，化学などの重工業部門が著しく拡充された。また電子，電機工業の発展が目覚ましい。工業生産額は中国全体の20%を占め、総合的な工業基地を形成している。

近年資本主義国との貿易が発展し、中でも東南アジア向けの輸出が伸びている。上海の輸出は無錫，南京，上海などの鉄鋼，繊維，綿布，揚子江下流域の生糸，茶などで、輸入は日本，西ドイツなどからの機械類，化学製品が多い。

(1) 上海市の自然条件

上海市の自然条件は概略次の通りである。

- 1) 位置 東経 121度30分
 北緯 31度30分
- 2) 面積 5,800 km²
- 3) 気候
 - a) 気温

上海市の年間気温変化を表1.1.1-1に示す。

表1.1.1-1 上海市の気温 (°C)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
月平均	3.6	4.5	8.3	13.9	18.8	23.3	27.9	27.8	23.6	17.7	12.2	6.0	15.6
最高	8	9	14	20	25	28	33	33	28	24	17	11	—
最低	0	1	4	10	15	20	24	24	20	14	7	3	—

- b)降雨量 年平均 1,117mm³
c)風向 夏期風向 南東
冬期風向 北西

(2) 上海市の社会的環境

上海市の社会的環境は概略下記のとおりである。

- 1)人口 市内人口 約1,200万人
2)行政区分 中央直轄市
3)交通 上海市から主要な都市までの距離は下記の通りである。
- | | |
|---------|----------|
| 上海 — 北京 | 1,040 km |
| 上海 — 広州 | 1,180 km |
| 上海 — 重慶 | 1,440 km |
| 上海 — 成都 | 1,630 km |
| 上海 — 瀋陽 | 1,150 km |
| 上海 — 西安 | 1,200 km |
| 上海 — 天津 | 950 km |

(3) 上海市の電子工業および電子材料工業の現状および、この中に於ける上海合金工場の位置付け

上海市は中国で最も重要な工業基地である。とくに電子工業は最近の発展が著しい。

上海で生産する電子工業製品、部品材料は32系列8000品種にもおよび、家電製品、コンピュータおよび周辺機器、通信、測定、分析機器など広い範囲にわたっている。

上海の生産の全中国に対する割合（シェア）は、テレビ18%、ビデオ11%、電子部品11%、ブラウン管（黒白）28%等となっており、これを見ても中国にとって上海が極めて重要な位置にある事が分かる。

品質、生産性は中国内では最高水準にあるが、先進国の水準および中国の期待する水準からはまだ遠いといわなくてはならない。

これからの問題点としては、品種の拡大、品質の向上、技術レベルの向上が急務であり、ハイテク製品、家電製品、通信機器等の技術開発、先進国との技術交流、品質向上による輸出の拡大等が当面の目標である。

上海市の電子材料工業の特色の第一は大学、研究所、工場の数が多く多彩なことで、例えば大学は復旦大学、交通大学、工業大学、科学技術大学など11校、研究所は中国科学院冶金研究所、鋼鉄研究所、有色金属研究所、半導体研究所等20余り、工場は冶金局、儀表局、科学工業局等に属する溶錬廠、第二溶錬廠、

金属圧延廠，帯銅廠，合金廠，磁鋼廠，磁性材料廠，半導体材料廠等70余を数える。

第二の特色は、前述の結果として言えることであるが、製品の種類が非常に多岐に亘っている。即ち、軟質磁性材料，永久磁石，弾性材料，膨脹材料，抵抗材料，電熱材料，熱電対，接点材料，溶接材料，貴金属材料，半導体材料等々である。これをさらに金属成分より分類すると以下の通りである。

軟質磁性材料	FeNi, FeCoV, FeAl, フェライト
永久磁石	AlNiCo, フェライト, SnCo, NeBFe, プラマグ
弾性材料	Cu基, Ni基, Co基, Fe基, NiCr基
膨脹材料	低膨脹材料, 定膨脹材料
抵抗材料	CuNi, CuMn, カルマ
電熱材料	NiCr, FeCrAl
熱電対・補償導線	NiCr, NiSi, CuNi
接点材料	AgPd, Au, AgCdO
溶接材料	Agろう, Cuろう
貴金属材料	AuNi, PdCu
半導体材料	Si, Auワイヤ, AlSiワイヤ

これら電子材料の自給率は中国全体で見ると約50%，上海市では85%程度とされている。

上海合金廠は上海市儀表局の傘下であり、前記70余の工場の中でも重要な位置を占めている。同工場の製品は上述の諸分野のうち、抵抗材料，熱電対・補償導線，電熱材料，貴金属材料および半導体材料等であり、この他軟質磁性材料，接点材料，弾性材料等を生産する潜在能力を有している。これらの製品は電子機器，計測制御機器，家電機器などを構成し、これら機器の特性を大きく左右する重要な機能材料であるから、上海合金廠が品質高度な製品を多量に安定して生産することは、中国の電子機器や計測制御機器，家電機器の特性，信頼性を向上させることとなる。これらの機器は中国の鉄鋼，金属，電力，石油，化学工業，等を始めとする各種の工業や民生機器などの計測制御に用いられ、これら工業の生産性，信頼性を左右する重要な働きをしている。即ち上海合金廠が中国全般の諸工業および生活水準の近代化に極めて溶接に結び着いていることが、このことから理解できる。

しかしながら我々が去る1月の事前調査および3月の本格調査で視察した上海合金廠の生産状況は、日本および世界の最高水準の生産方式よりみると相当に遅れていることが否定できないと思われた。そこで、この上海合金廠の近代化が中国の近代化のために重要且つ急務であるとの観点から、以下に述べる近代化計画案をまとめたものである。

1. 2 工場の概要

上海合金廠は30数年の歴史を有する工場であり、上海市の優良工場15社の内の1社と成っている。

現在の生産品目については下記の通り分類される。

- ①電 気 抵 抗 材 料
- ②熱電対及び補償導線
- ③電 熱 材 料
- ④管 球 材 料
- ⑤整 磁 材 料
- ⑥溶 接 材 料
- ⑦触 媒 材 料
- ⑧貴 金 属 材 料
- ⑨半 導 体 材 料
- ⑩そ の 他 合 金 材 料

上海合金廠の前身は上海銅仁合金廠で1952年上海市内に設立されたが、1958年現在の地である上海市嘉定県へ移転した。

上海合金廠は、精密合金製造工場として中国では最も古く、最大級の規模を有する工場である。この工場では、溶解から最終製品まで一貫して製造しており、この種の工場としては日本でも同様であるように、多種類の合金製品を製造する、少量多品種生産をしている。

1988年の出荷実績は熱電対及び補償導線が37 t、抵抗合金が135 tと少なく、市場の要求に答えるためには、熱電対、補償導線、抵抗合金を年間300 tの製造体制とする事が早急に必要とされる状態にある。

現在の状況は、抵抗合金については設備能力に若干の余裕があるが（但し細物は能力不足）、熱電対及び補償導線については満杯の状態で特に卑金属熱電対の製造能力が不足している。又、設備は全般的に旧式であり、新設備を導入する事も必要となる。

上海合金廠で製造される材料は、電力、鉄鋼、金属、石油、化学工業、弱電電子、自動車等の国内産業を発展させるための基盤となる材料であることから、先進的な技術による設備改造を通じ、近代化建設に更に大きく貢献しなければならない立場にある。

これらをふまえて、現在一部の伸線設備については新型機の導入及びレイアウトの変更、板条設備については新設備の導入などの計画が進んでいる。

1. 2. 1 基本的事項

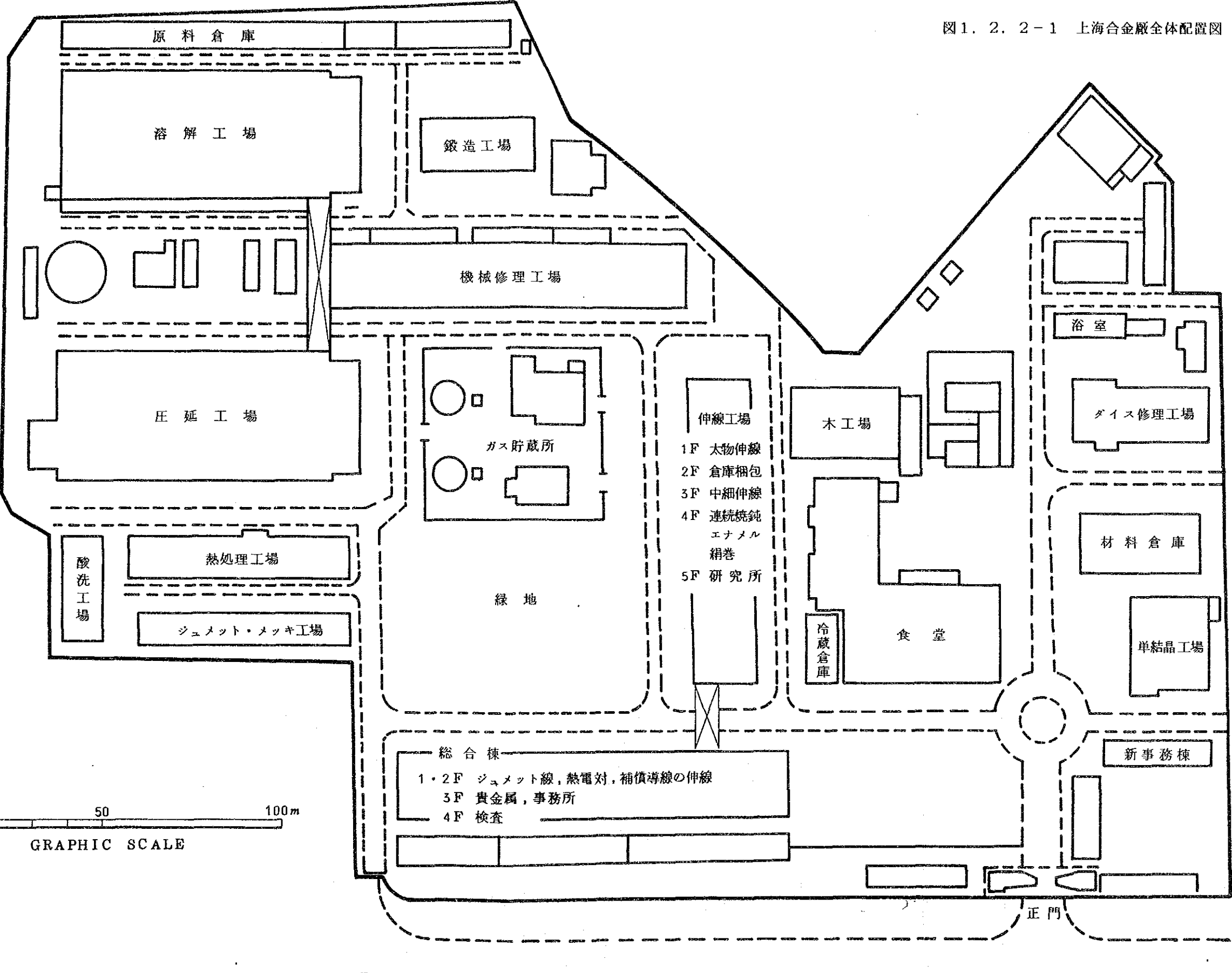
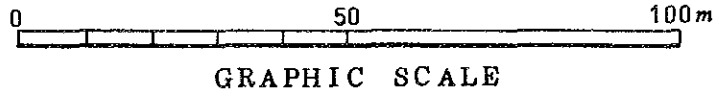
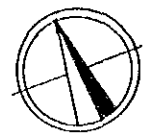
工場の基本的な形態は次のとおりである。

- (1) 所在地 上海市嘉定県北門
- (2) 主管部門
中央部 機械電子工業部
省市區 上海市計器電氣通信工業局
- (3) 創立 1952年
- (4) 敷地面積 71,487㎡
- (5) 固定資産
原 価 3,331万元 (内設備 1,482万元)
簿 価 1,664万元 (内設備 576万元)
- (6) 流動資本 2,548万元 (1987年)
- (7) 製品販売収入 7,980万元 (1988年)
製品総コスト 5,470万元 (1988年)
- (8) 総エネルギー消費
電 気 289.79万 kwh/年
都市ガス 93.06万㎡/年
- (9) 輸送設備 トラック 7台
- (10) 年間輸送量 1,000トン
- (11) 職員総数 1,272名

1. 2. 2 工場配置

工場の地形、敷地、配置、建物は下記の通りである。

図1. 2. 2-1 上海合金廠全体配置図



(1) 地 形

工場地区の地形は平坦で、高度変化は殆ど無くほぼ平面である。工場敷地は住宅街のはずれに位置しており、周囲は畑に面している。

(2) 敷地および配置

工場の敷地面積は71,487㎡で、この中には生産工場の他に付属施設として行政管理施設、補助生産施設等が含まれている。生活地区として使用されるものは無く、全体を工場規模と考える。

上海合金廠全体配置図を図1.2.2-1に示す。

(3) 建 物

工場の建屋のうち生産工場として主要なものは、溶解工場、鍛造工場、圧延工場、伸線工場、熱処理工場、酸洗工場、ジュメット線工場、メッキ工場およびダイス修理工場などである。この他には設備のメンテナンスを行う機械修理工場、倉庫、調達科、建設事務所、技術学校などで建屋面積の合計は約45,026㎡となる。

付属施設としては、食堂、浴室、警備室、変圧器室、潤滑ステーション、水素、酸素タンク等で5,882㎡となる。

建屋総数は59棟である。

主要な建物の建屋面積は表1.2.2-2の通りである。

表1.2.2-2 主要な建物の建設面積

職 場	総面積 (㎡)
溶 解 工 場 (第一職場)	3,432
鍛 造 工 場 (第一職場)	562
熱 間 (第一職場)	3,632
伸 線 工 場 (第四職場)	7,020
熱 処 理 工 場 (第四職場)	1,950
酸 洗 工 場 (第四職場)	408
ジュメット線工場 (第二職場)	1,296
メ ッ キ 工 場 (第二職場)	891
ダイス修理工場 (第七職場)	1,345
リボン線工場 (第一職場)	648
付 属 施 設	5,882
そ の 他	17,934
合 計	45,000

1. 2. 3 製品および生産

工場で生産されている主要製品の種類、生産能力および生産量を表1.2.3-1に示す。

表1. 2. 3-1 主要製品の種類、生産能力及び生産量

主要製品	生産能力 (t/年)	1988年生産量 (t/年)
1 抵抗材料	全体で500	135
2 電熱材料		73
3 測温材料		37
4 管球用材料		149
5 整磁材料		26
6 溶接材料		25
7 貴金属材料		2.8

上記7品目の他、人工ダイヤモンド触媒合金、シリコン単結晶などを生産しており、合金製品の種類としては約200品種となる。

1. 2. 4 環境保護設備

環境保護基準は次の三基準をもとに実行されている。

上海市工業廃水排水試行基準

上海市工業“廃ガス”排気試行基準

上海市区域環境騒音基準

現在、工場が設置している環境保護設備を表1.2.4-1に示す。

表1. 2. 4-1 環境保護設備

現場名称	処理装置名称	処理能力
冷間圧延	植物油廃水処理	100t/日
酸洗	重金属廃水処理	10t/日
酸洗	乳化廃液処理	6t/日
シリコン単結晶	酸洗, 腐蝕排水処理	4t/日
酸洗	酸廃ガス処理	3万m ³ /時
電気メッキ	”	—
連続酸洗	”	—
シリコン単結晶	”	2千m ² /時

1. 2. 5 ユーティリティー設備

(1) ユーティリティー設備の能力

1) 電力供給設備

a) 受変電設備

工場への受電電圧は10kVで、中心配電所から6か所の工場内変電所へ配電され、動力及び照明用電気として供給される。

b) 配電設備

- ①全工場で10kV/0.4kV 配電変圧器は4台
- ②全工場で10kV/6 kV 配電変圧器は1台
- ③全工場で10kV/70 $\sqrt{3}$ V 配電変圧器は1台
- ④全工場の配電ケーブルは全長約 1,279m

c) 電動機, 電熱設備, 照明設備

全工場の電動機総容量は 6,316.1kW、そのうち高圧モーターの総容量は 2,190 kWである。

又、電熱設備の総容量は 3,458.3kW、照明設備は 33kW である。

2) ガス設備

ガスは、都市ガスを使用しており、ガス工場から使用設備まで直線供給されているため、本工場では、ガスに関する設備は特に保有していない。用途は、溶解炉関連設備の乾燥、鍛造、圧延、焼鈍等の加熱炉熱源が主である。

3) 工業用水設備

a) 水 源

工場の生産及び生活用水は2つの水源から供給されている。

各水源の状況を表1.2.5-1に示す。

表1. 2. 5-1

水源名称	平均取水量 (万 m ³ /月)	備 考
嘉定県水道工場	3. 3 3	生活用水, 工業用水の一部
洋 溪 河	7. 6 6	工 業 用 水

b) 付属設備

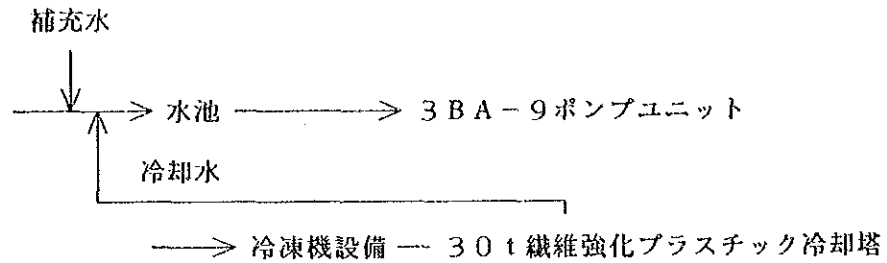
工業用水のほとんどは、本工場の水ステーションから供給する。

水源は、本工場北側の洋溪河で、浄水設備は次の通りである。

水源 → 一級ポンプ室 → 加速澄清池 → 快速濾過池 → 清水池
→ 二級ポンプ室 → 各作業場へ供給

c) 循環水設備

下記のように、食堂用冷蔵庫などの循環冷却水設備を有している。



(2) ユーティリティー設備の運転状況

1) 運転状況

照明用の電力は若干不足しているようだが、動力用は供給が十分であり、停電による機械の停止は殆どない。

又、ガス、水とも供給能力は十分である。しかし排水設備に関しては、能力不足の状態である。

2) ユーティリティー消費量

各設備別のユーティリティー消費量を表1.2.5-1に示す。

表1.2.5-1 各施設別のユーティリティー消費量

設備名称	数量(台)	電力消費量 (万KWh/年)	ガス消費量 (万m ³ /年)	水消費量 (万m ³ /年)
500 kg 大気炉	2	29.76	6.49	嘉定県水道工場 40
50 kg 真空炉	2	21.76	0.52	
25 kg 真空炉	2		—	
旋 盤	3	4.83	—	
鍛 造 機	2	5.81	—	
粗 圧 延 機	1	64.4	45.43	
仕上 圧 延 機	1		20.8	
焼 鈍 設 備	10 (大・中)	71.11	—	
太物伸線機	4	16.57	0.72	
中物伸線機	20	5.89	—	
細物伸線機	72	8.11	—	
焼 鈍 設 備	25 (細)	35.97	—	
板条冷延機	6	17.62	—	
帯線圧延機	6	0.2	—	
ダイス研磨機	70	1.76	—	
板条熱延機	1	6	—	
焼鈍用水素ガス		—	30	

1. 2. 6 組織及び人員

(1) 組織

工場の組織は図1.2.6-1に示す通りである。組織は工場組織と党委員会組織の2つより成る。

工場長、党委員会書記の下に技術副工場長、生産副工場長、生活設備副工場長及び政治思想活動副工場長の4人の副工場長が組織されている。

技術事項に関しては、技術副工場長の下に技術工程科が指示を行ない、生産副工場長の下に製造職場が、製造作業を受持つ。各製造職場には、生産技術の職務を行なう技術スタッフがあり、現場技術事項を担当することになっている。

(2) 人員

工場全体で職員および労働者は、1,272人おり、その内技術者は46人、技術者を含めてスタッフは、477人となる。

1989年3月現在の所属人員は図1.2.6-1の()内に示す。

全工場は30の職場からなり、そのうち製造職場は5職場に分かれ、564人が製造作業に従事している。この内本調査の対象となる職場は、第一職場、第二職場の一部及び第四職場で約230人となる。

1. 2. 7 生産計画および生産実績

(1) 製品別の過去3年間の生産計画及び生産実績を表1.2.7-1に示す。

生産計画は国家計画に従い決定されるものと、本工場とユーザーとの間で独自に契約を結ぶものとの2通りあるが、この数量により、計画科が操業計画をたてる。

計画は、年間予算に対しては、半年毎に見直しを行なう。個々の操業に対しては月に1度操業計画をたてる。

本工場は受注生産の形態をとっており、生産計画、生産実績、販売実績はほぼ一致している。

(2) 半成品在庫は約10t(60万元)である。

製品の荷姿は、太物線材は把、細物線材はボビン巻きで出荷される。

(3) 過去5年間で製品に対するユーザークレームは2件で、そのうち1件は重量不足、もう1件は手配ミスであった。

表1. 2. 7-1 生産計画及び生産実績

(単位 t)

製 品 名	1986年	1987年	1988年
電 気 抵 抗 材 料	141.94	179.6	134.72
熱電対及び補償導線	27.4	33.8	36.5
電 熱 材 料	104.6	108.0	72.2
管 球 材 料	81.4	96.5	148.2
整 磁 材 料	33.6	29.7	25.8
溶 接 材 料	33.0	34.8	34.0
触 媒 材 料	—	0.5	0.01
貴 金 属 材 料	1.6	3.5	2.8
半 導 体 材 料	1.1	1.3	1.0
そ の 他 合 金 材 料	4.4	8.4	5.0
合 計	429.04	496.1	460.23

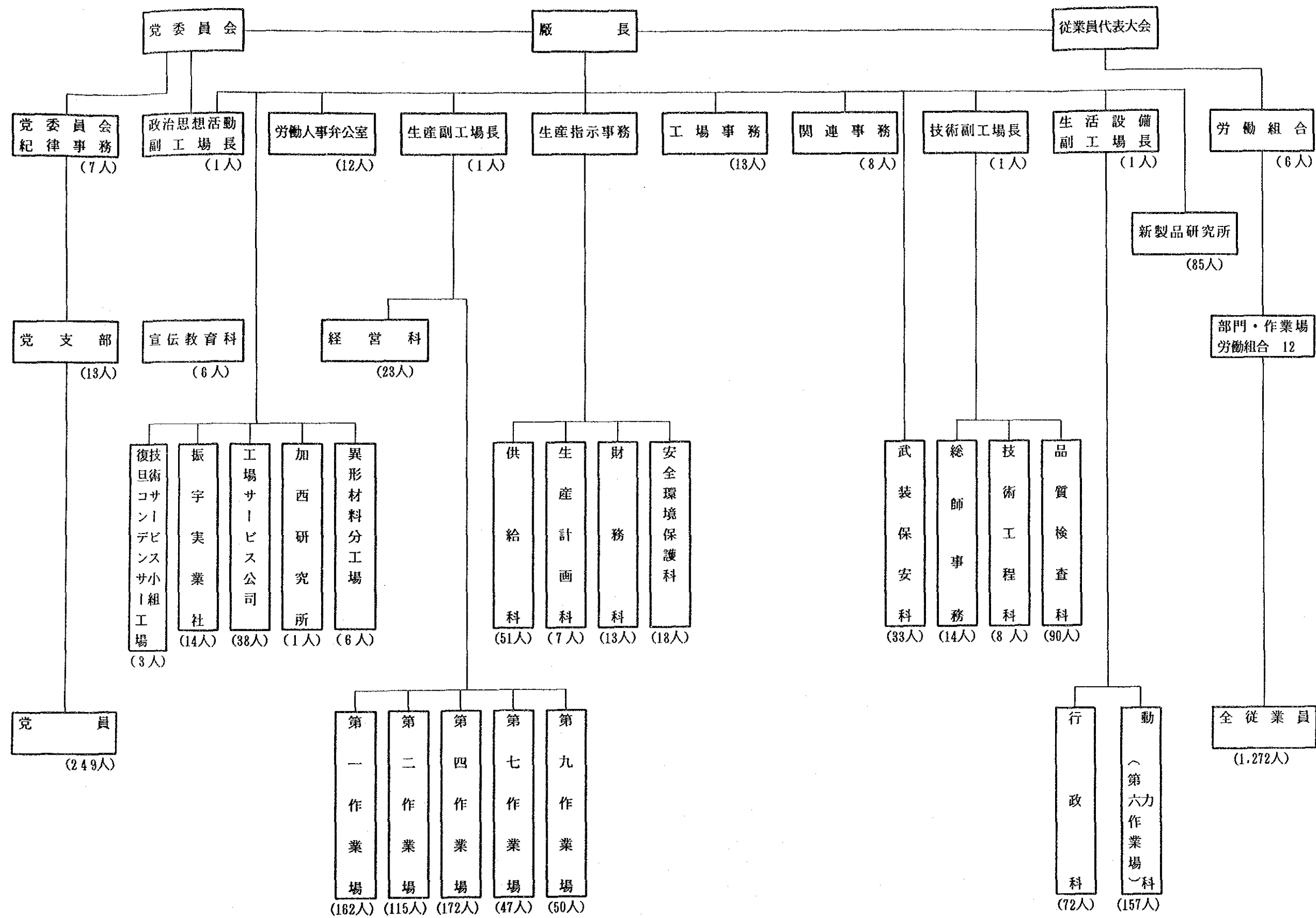


図1. 2. 6-1 工場組織

1. 2. 8 販売計画及び販売実績

(1) 販売予想

経営科で情報収集を行ない、販売計画を立案する。

年2回(春, 秋)国家の主催で行なわれる全体注文会議で、契約を結びこれに基づき販売を行なう。

これとは別に、海外ユーザーの場合には、中国輸出入会社を通して取引される。

(2) 本工場で生産される合金材料の主な需要先を表1.2.8-1に示す。

表1.2.8-1 主な需要先

製品名	主な需要先
電気抵抗材料	各種計測器電子工場
熱電対及び補償導線	発電所, 計測器, 冶金工場
電熱材料	工業用電気炉, 家庭用電熱器具工場
管球材料	電球, ブラウン管工場
整磁材料	電力計, 家庭用電気メーター工場
貴金属材料	各種測温計測器, 化学工場
半導体材料	トランジスタ, ダイオード, IC工場

(3) 本工場で生産される合金材料の過去3年間の販売実績を表1.2.8-2に示す。

本調査対象製品である電気抵抗材料, 熱電対及び補償導線に関しては、大きな伸びは見られないが、電球, ブラウン管などの管球材料がここ3年間で、倍近く伸びている事から、今後電力, 金属などの需要も増加する事が見込まれる。

これに伴い、電気抵抗材料, 熱電対及び補償導線についても今後順調に需要増加するものと予想される。

表1. 2. 8-2 販売実績

製品名	1986年		1987年		1988年	
	数量 (t)	金額 (万元)	数量 (t)	金額 (万元)	数量 (t)	金額 (万元)
抵抗材料	130	1,040	180	1,360	130	1,700
测温材料	23	207	33	297	36	540
電熱材料	80	640	100	800	70	700
管球材料	80	600	96	480	148	1,650
整磁材料	30	120	28	112	25	150
溶接材料	33	132	34.8	209	39	290
触媒材料	—	—	0.5	4.5	—	—
貴金属材料	1.6	1,100	3.5	1,400	2.8	2,500
その他	5.5	150	9	200	6	150
合計	383.1	3,789	484.8	4,862.5	456.8	7,680

第 2 章

生 產 工 程

第2章 生産工程

2.1 合金線製造設備の現状

2.1.1 工場の概要

上海合金工場は、30数年の歴史を有する、上海市の優良工場として、また、中国合金工業の先駆者とし、設備改良や技術改善により発展し続けている。溶解設備としては、大気溶解と真空溶解の2系列の設備によって溶解作業が行なわれている。大気溶解設備は500kg高周波炉が1957年に導入され30数年に亘り主力設備の位置を保っている。

真空設備は、1974年に25kg炉が2基導入され、次いで1975年に50kg炉2基、更に200kg炉が1基導入されたが、200kg炉についてはここ数年改修作業中で使用されていない。従って真空溶解に関しては、小容量の設備、合計4基によって現在の製造能力を維持している。

熱間鍛造設備については、3/4 ton エアーハンマー2基によって、溶解鑄造される全てのインゴットを67mm角に仕上げている。

熱間圧延設備は、熱間鍛造された材料を粗圧延と仕上げ圧延の二回の工程に分けて約φ8mmの荒引線を作り上げている。

以下荒引線は、焼鈍、酸洗、伸線を繰り返し、要求寸法に仕上げられた合金線は、最終の熱処理を受け、各種検査に合格した線材は、所定の梱包をされて製品として出荷される。

次に今回の調査対象品種を挙げる。

- 1) 熱電対用ニッケルクロム合金 (K P) 線
- 2) " ニッケルシリコン合金 (K N) 線
- 3) " 鉄 (J P) 線
- 4) " 銅ニッケル合金 (J N) 線
- 5) " ニッケルクロム合金 (E P) 線
- 6) " 銅ニッケル合金 (E N) 線
- 7) " " (T N) 線
- 8) 補償導線用ニッケルクロム合金 (K P X) 線
- 9) " ニッケルシリコン合金 (K N X) 線
- 10) " 鉄 (J P X) 線
- 11) " 銅ニッケル合金 (J N X) 線
- 12) " ニッケルクロム合金 (E P X) 線
- 13) " 銅ニッケル合金 (E N X) 線
- 14) " " (T N X) 線
- 15) 抵抗用銅ニッケル合金 (コンスタンタン) 線
- 16) " 銅マンガン合金 (マンガン) 線
- 17) " ニッケルクロムアルミ合金 (カルマ) 線

2. 1. 2 熱電対及び補償導線製造設備の現状

(1) 製品仕様

1) 熱電対

a) K熱電対

国家標準 GB2614-81より GB2614-85に改定され現在に至る。

主な標準概略は表2.1.1-1~2.1.1-3の通りである。

表2. 1. 1-1

極 性	名 称	記号
正 極	ニッケルクロム10合金	K P
負 極	ニッケルシリコン3合金	K N

表2. 1. 1-2

線 径 (mm)	0.3	0.5	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.5	3.2
公 差 (mm)	-0.04	-0.05	-0.06	-0.06	-0.06	-0.08	-0.08	-0.10	-0.10
最高使用温度 (°C)	700	800	900	900	1000	1000	1100	1100	1200
過熱上限温度 (°C)	800	900	1000	1000	1100	1100	1200	1200	1300

表2. 1. 1-3

等級	使用温度範囲	公 差
I	-40~1100°C	±1.5 °C又は±0.4 %
II	-40~1300°C	±2.5 °C又は±0.75%
III	-200 ~40°C	±2.5 °C又は±1.5 %

b) J熱電対

国家標準 GB4994-85による。

主な標準概略は表2.1.1-4~2.1.1-6の通りである。

表2. 1. 1-4

名 称	極性	化学成分 (%)			記号
		F e	C u	N i	
鉄	正極	100	-	-	J P
コンスタンタン	負極	-	55	45	J N

表 2. 1. 1-5

線 径 (mm)	0.3	0.5	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.5	3.2
公 差 (mm)	-0.04	-0.05	-0.05	-0.06	-0.06	-0.08	-0.08	-0.10	-0.10
最高使用温度 (°C)	300	300	400	400	400	500	500	600	600
過熱上限温度 (°C)	400	400	500	500	500	600	600	750	750

表 2. 1. 1-6

等級	使用温度範囲	公 差
I	-40~750 °C	±1.5 °C又は±0.4 %
II	-40~750 °C	±2.5 °C又は±0.75%

c) E熱電対

国家標準 GB4993-85による。

主な標準概略は表2.1.1-7~2.1.1-9の通りである。

表 2. 1. 1-7

名 称	極性	化学成分 (%)			記号
		N i	C r	C u	
ニッケルクロム	正極	90	10	-	EP
コンスタンタン	負極	45	-	55	EN

表 2. 1. 1-8

線 径 (mm)	0.3	0.5	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.5	3.2
公 差 (mm)	-0.04	-0.05	-0.05	-0.06	-0.06	-0.08	-0.08	-0.10	-0.10
最高使用温度 (°C)	350	350	450	450	450	550	550	650	750
過熱上限温度 (°C)	450	450	550	550	550	650	650	750	900

表 2. 1. 1-9

等級	使用温度範囲	公 差
I	-40~800 °C	±1.5 °C又は±0.4 %
II	-40~900 °C	±2.5 °C又は±0.75%
III	-200 ~40°C	±2.5 °C又は±1.5 %

d) T熱電対

国家標準 GB2903-82による。

主な標準概略は表2.1.1-10~2.1.1-12の通りである。

表2.1.1-10

名 称	極性	化学成分 (%)		記号
		N i	C u	
銅	正極	-	100	TP
コンスタンタン	負極	45	55	TN

表2.1.1-11

線 径 (mm)	0.2	0.3	0.5	1.0	1.6
公 差 (mm)	-0.04	-0.04	-0.05	-0.06	-0.08
最高使用温度 (°C)	150	200	200	250	350
過熱上限温度 (°C)	200	250	250	300	400

表2.1.1-12

等級	使用温度範囲	公 差
I	-40~350 °C	±1.5 °C又は±0.4 %
II	-40~350 °C	±1 °C 又は±0.75%
III	-200 ~40°C	±1 °C 又は±1.5 %

T熱電対については1982年度実施より見直しはない。

e) N熱電対

国家標準は現在のところ規定なく又上海合金工場でも現在製造実績ないが上海市企業標準の中に1988年9月10日実施の沪Q/Yx976-88があるのでその主な標準概略を表2.1.1-13~2.1.1-15に示す。

表2.1.1-13

名 称	極性	化 学 成 分 (%)				記号
		N i	C r	S i	M g	
ニッケルクロムシリコン合金	正極	残量	14.2	1.4	-	NP
ニッケルシリコン合金	負極	残量	-	4.4	0.1	NN

表2. 1. 1-14

線 径 (mm)	0.3	0.5	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.5	3.2
公 差 (mm)	-0.04	-0.05	-0.05	-0.06	-0.06	-0.08	-0.08	-0.10	-0.10
最高使用温度 (°C)	700	800	900	900	1000	1000	1100	1100	1200
過熱上限温度 (°C)	800	900	1000	1000	1100	1100	1200	1200	1300

表2. 1. 1-15

等級	使用温度範囲	公 差
I	-40~1100°C	±1.5 °C又は±0.4 %
II	-40~1300°C	±2.5 °C又は±0.75%
III	-200 ~40°C	±2.5 °C又は±1.5 %

2) 補償導線

国家標準 GB4990-85により、S, R, K, E, J及びT熱電対用補償導線用心線が定められている。

主な標準概略は表2.1.1-16~2.1.1-19の通りである。

表2. 1. 1-16

使用分類	記 号	等級及びその記号	
		普通級	精密級
一般用	G	B	A
耐熱用	H		

表2. 1. 1. -17

熱電対 記 号	補償導線 記 号	極 性	名 称	記 号	化 学 成 分 (%)				
					Cu	Ni	Cr	Si	Fe
S	SC	正極	銅	SPC	100	-	-	-	-
		負極	銅 ニッケル	SNC	99.4	0.6	-	-	-
K	KX	正極	ニッケルクロム	KPX	-	90	10	-	-
		負極	ニッケルシリコン	KNX	-	97	-	3	-
	KC	正極	銅	KPC	100	-	-	-	-
		負極	コンスタンタン	KNC	55	45	-	-	-
E	EX	正極	ニッケルクロム	EPX	-	90	10	-	-
		負極	コンスタンタン	ENX	55	45	-	-	-
J	JX	正極	鉄	JPX	-	-	-	-	100
		負極	コンスタンタン	JNX	55	45	-	-	-
T	TX	正極	銅	TPX	100	-	-	-	-
		負極	コンスタンタン	TNX	55	45	-	-	-

表2. 1. 1-18

心線径 (mm)	公差 (mm)
0.30, 0.41, 0.43, 0.52	±0.02
0.80	+0.03, -0.02
1.13, 1.37, 1.76	±0.03

表2. 1. 1-19

記号	等級	熱起電力値 (mV)					
		-40℃		100℃		200℃	
		標準値	公差	標準値	公差	標準値	公差
SPC ^{*1}	-						
KPC ^{*1}	-	-0.202	±0.002	0.765	±0.005	1.830	±0.005
TPX ^{*1}	-						
SNC	A	—	—	0.645	±0.018	1.440	—
	B				±0.032		±0.052
KPX	A	-0.817	±0.035	2.090	±0.045	4.147	±0.048
	B		±0.058		±0.075		±0.080
EPX	A	-0.781	±0.035	2.048	±0.045	4.139	±0.048
	B		±0.058		±0.075		±0.080
KNX	A	-0.710	±0.021	2.005	±0.018	3.990	±0.012
	B		±0.035		±0.030		±0.020
KNC	A	—	—	4.095	±0.058	—	—
	B				±0.100		
ENX	A	-1.473	±0.043	4.269	±0.057	9.280	±0.063
	B		±0.078		±0.095		±0.103
TNX	A	-1.475	±0.018	4.277	±0.019	9.286	±0.022
	B		±0.035		±0.042		±0.048
JPX-JNX ^{*2}	A	-1.960	±0.071	5.268	±0.081	10.777	±0.083
	B		±0.118		±0.135		±0.138

基準接点温度：0℃

※1 SPC, KPC及びTPXは対白金の値を示し、その以外は対銅値を示す。

※2 JPXとJNXを対とした値を示す。

(2) 原材料規格と現状

原材料についてはほとんどが国家標準の適合品であり、受入検査も納入の1
 バッチ毎に行なわれ過去数年間は問題ない。

主な使用原料は表2.1.1-20の通りである。

表2. 1. 1-20

材料名称	呼 称		標 準 書 No.	主 成 分 (%)
	品 名	記 号		
電 解 銅	一 号 銅	Cu-1	GB466-82	Cu+Ag 99.95 以上 他不純物
	二 号 銅	Cu-2	GB467-82	99.9 以上 "
電 解 ニッケル	零号 ニッケル	NI-0	GB6516-86	Ni+Co Co 99.99以上 0.005以下 他不純物
	一 号 ニッケル	NI-1		99.9 以上 0.10 以下 "
	二 号 ニッケル	NI-2		99.5 以上 0.15 以下 "
金 属 ク ロ ム	JCr 98.5		GB3211-82	Cr Si Fe 98.5 以上 0.4 以下 0.5 以下 他不純物
	JCr 98.5			N ₂ 98.5 以上 0.8 以下 1.5 以下 0.07以下 "
電 解 マンガン	DJMn 99.7		GB3418-82	Mn C S Se+Si+Fe 99.7 以上 0.04 以下 0.05以下 0.205以下 他不純物
	DJMn 99.5			99.5 以上 0.08 以下 0.10以下 0.310以下 "
コバルト	一 号 コバルト	Co-1	YB141-65	Co Fe Ni 99.98以上 0.003 以下 0.005 以下 他不純物
	二 号 コバルト	Co-2		99.25以上 0.2 以下 0.3 以下 "
マグネ シウム	一 級	Mg 99.95	GB3499-83	Mg 99.95以上 他不純物
	二 級	Mg 99.90		99.90以上 "
工 業 シリコン	一級硅甲	Si-1A	GB2881-81	Si Fe Al Ca その他 99.0 以上 0.6 以下 0.4 以下 0.4 以下 1.0 以下
混合稀土	RECe-45		GB4153-84	RE Ce Fe Si S P 98 45以上 1.0 以下 0.15以下 0.02以下 0.01以下
純 銅 線			GB3953-83	※
純 鉄	DT-2			
	DT-3			

※中国電工廠でサンプリング検査後、合格品 (100 °C熱起電力 $0.76 \pm 0.01 \text{mV/Pt}$ 、
比抵抗 R_{100}/R_0 1.391以上) を入荷する。

以上原材料の他に社内で発生する合金の転回材及び購入材については次の様である。

a) 社内発生材としては、次の三種類がある。

- ① 外削工程で発生する旋盤材
- ② 鍛造工程で発生するインゴットの切断材
- ③ 伸線工程で発生する線材

他品種との混入防止対策としては、各工程毎に鉄製の箱を設置し、この箱に品名表示し区別けし、社内標準による工程書類によって定める内容により転回材として使用している。

但し熱電対用には使用しない。補償導線用についてはインゴット切断材以外は使用しない。

b) 外部よりの購入材

純ニッケルのみ客先より板材の打抜き残材を購入し工程書類によってニッケル・鉄合金に使用している。

転回材のランク分けは熱電対及び補償導線用は1, 2級に分けるが、他は特に実施していない。発生後直ちに材料倉庫に入庫保管される。

(3) 配 置

1) 全体配置

上海合金工場の製造工場配置は図2.1.1-1参照。

2) 詳細配置

a) 溶解・鑄造職場(第1)	図2.1.1-2
b) 熱間鍛造職場(第1)	- 3
c) 熱間圧延職場(第1)	- 4
d) 焼鈍・酸洗職場(第4)	- 5
e) 太物・中細伸線職場(第4, 1階)	- 6
f) " (第2, 1階)	- 7
g) 細物伸職場(第4, 3階)	- 8
h) 細物・極細伸職場(第4, 3階)	- 9
i) 連続走間熱処理職場(第4, 4階)	- 10
j) ダイス研磨職場(第7)	- 11

(4) 生産工程概要

1) 全体フロー

各製品に於ける、全体の生産工程は図2.1.1-12に示す。

各製品（抵抗用合金材料，熱電対用合金材料及び補償導線用合金材料）については、全て原材料倉庫にて保管及び管理している原材料（購入地金及び転回材料）を用いて、夫々の成分相当量を、計量（配合）して、大気中又は真空中に於ける溶解・鋳造がなされる。ここで化学分析された成分合格品については、旋盤によって、外側の不具合部（外傷など）を含んで削り取る。次いでこれらのインゴットは熱間鍛造工程にて、板材用及び線材に向けられるものだが、夫々決められている大きさにまで、加熱後鍛造加工される。鍛造された材料は、板材向は熱間又は冷間の圧延，線材品は熱間による圧延工程に向けられて、所定の寸法にされる。更に板材品は冷間圧延，線材品は、熱処理，酸洗及び冷間による引抜き（伸線）が繰り返されて、最終製品となる。

尚、リボン線については、各伸線工程にて、伸線加工された丸線を用いて冷間圧延によって、リボン線の加工が施される。

但し、熱電対及び補償導線に使用される材料にあつては、板やリボンの製造はされていない。

2) 熱電対及び補償導線用合金線の工程

次による各合金線工程フローシート参照

図2.1.1-13 K熱電対用ニッケルクロム合金線工程フローシート

図2.1.1-14 K熱電対用ニッケルシリコン合金線工程フローシート

図2.1.1-15 E熱電対用ニッケルクロム合金線工程フローシート

図2.1.1-16 E熱電対用銅ニッケル合金線工程工程フローシート

図2.1.1-17 J熱電対用純鉄線工程フローシート

図2.1.1-18 J熱電対用銅ニッケル合金線工程フローシート

図2.1.1-19 T熱電対用銅ニッケル合金線工程フローシート

図2.1.1-20 K X補償導線用ニッケルクロム合金線工程フローシート

図2.1.1-21 K X補償導線用ニッケルシリコン合金線工程フローシート

図2.1.1-22 E X補償導線用ニッケルクロム合金線工程フローシート

図2.1.1-23 E X補償導線用銅ニッケル合金工程フローシート

図2.1.1-24 J X補償導線用純鉄線工程フローシート

図2.1.1-25 J X補償導線用銅ニッケル合金線工程フローシート

図2.1.1-26 T X補償導線用銅ニッケル合金線工程フローシート

a) K 熱電対用ニッケルクロム合金線

K 熱電対に使用されるニッケルクロム合金線は、中華人民共和国国家標準 GB2614-85による記号 K P で表わされ、正極として使用される。

K P は、原材料倉庫にて、計量（配合）された Ni, Cr は若干の添加元素とともに、50kg真空溶解炉に於て、長さ約 320mm, 外径 110~120 mm, 重さ約32kgの大きさのテーパー型のインゴットに溶解・鑄造される。このインゴットを化学分析によって成分確認、格品について外削旋盤で表面の不具合部を含んで約 2 mm削り取る。

これを加熱し熱間中で鍛造加工を行ない67mm角（長さは 400~900 mm）にされる。鍛造された材料は、熱間にて粗圧延機 9パスによって、約35mmの丸棒とされる。次いで両端末の不具合部を切断除去し、仕上タンデム圧延機によって、熱間圧延を受けて約 8 mmの荒引線を得る。この荒引線にて、再度成分確認され新たなロット番号が付けられ、焼鈍、酸洗及び伸線の各工程を繰り返してGB-2614-85に定められる各寸法に伸線された後、寸法及び外観状態によって使用炉を定めて最終熱処理を施す。熱処理された線材は、品質検査課に於て、国家標準で決められている測定方法によって、熱起電力特性や他の品質検査を行ない、これら全てに合格したものについて製品として、入庫する。

尚伸線工程については、次による。

8.0 A — 5.0 A — 3.2 A

8.0 A — 4.0 A — 2.5 (2.0) A — 製品寸法 A

注) A は焼鈍を表わす（最終以外は、焼鈍後酸洗を行なう。）

b) K 熱電対用ニッケルシリコン合金線

この合金線は、国家標準 GB2614-85による記号 K N で表わされ負極として使用される。

K N は、Ni 及び Si を主成分とし、若干の元素を添加したものである。合金線の加工工程については a) 項と同様であるため省略する。

c) E 熱電対用ニッケルクロム合金線

この合金線は、国家標準 GB4993-85による記号 E P で表わされ、正極として使用される。

E P は、化学成分及び加工工程ともに a) 項 K P と同一である。

d) E 熱電対用銅ニッケル合金線

E 熱電対に使用される銅ニッケル合金線は、中国国家標準 GB4993-85による記号 E N で表わされ、負極として使用される。

ENは、原材料倉庫で、計量（配合）されたNi及びCuは微量の添加元素とともに500kg大気溶解炉で、溶解される。

溶解中、溶湯よりサンプル採取を行ない蛍光X線分析による炉前分析を行なう。この分析結果によって成分を調整後、溶湯は炉長による温度看測されて全て取り鍋に移される。取り鍋底部よりエレクトロスラグ用金型へ注湯する。得られるインゴットはφ60×L1250mmの大きさで、これを更にエレクトロスラグ溶解炉にて再溶解を行ないφ110～120×L450mmのインゴットとなる。次いで熱間による鍛造で67mm角、更に熱間粗圧延及び仕上圧延によってφ8mmの荒引線となる。荒引線は塩浴炉（CaCl₂+BaCl₂）中で焼鈍後水洗する。第4職場にて伸線、焼鈍を繰り返し、GB4993に定められる各寸法に伸線され、最終熱処理を受けた線材は品質保証課にて品質確認され製品となる。

e) J熱電対用鉄線

国家標準 GB4994-85で記号JPで呼ばれ、正極で使用される。この線材については、溶解から圧延までの工程は、行わず、冶金部の標準 YB200-75 による購入材 DT-2 よりφ10～5 mm材を焼鈍、酸洗及び伸線によって GB4994 に定められた寸法で仕上げ、最終熱処理後表面の防錆処理を施して製品としている。

f) J熱電対用銅ニッケル合金線

d)項E熱電対用銅ニッケル合金線と同様な成分及び加工方法によって製品となる。

国家標準 GB4994-85のJNで、負極に使用される。

g) T熱電対用銅ニッケル合金線

前 f) 項と同様のため省略。

記号は国家標準 GB2903-82によるTNで、負極に使用。

尚、正極に使用される軟銅線は GB2903-82による寸法で購入のため品質検査にて対応している。

記号はTPで呼ばれる。

h)各種熱電対用補償導線合金線

上海合金工場にて製造されている熱電対用補償導線合金線については次による。

K熱電対用のものは、KX補償導線と呼ばれ、正極にニッケルクロム合

金（K P X）線，負極にニッケルシリコン合金（K N X）線を使用する。

E熱電対用については、E X補償導線と呼ばれ、正極にニッケルクロム合金（E P X）線，負極に銅ニッケル合金（E N X）線を使用する。

J熱電対用は、J X補償導線で、正極に鉄（J P X）線，負極に銅ニッケル合金（J N X）線を使用する。

T熱電対用は、T X補償導線であり、正極に銅（T P X）線，負極は銅ニッケル合金（T N X）線を使用する。

以上各補償導線に使用される合金線の生産工程については、①溶解に若干の転回原料を使用する。②品質検査の熱起電力の試験温度が低温である。③線寸法は最大1.76mmと細目である。などの相違はあるが、他については夫々の熱電対用合金線の工程とほぼ一致している。

これらの各種合金線は、中華人民共和国国家標準 GB4990-85熱電対用補償導線合金線によって製造が行なわれている。

尚K熱電対用として、正極を銅（K P C）線，負極を銅ニッケル合金（K N C）線による。K C補償導線合金線についても製造している。

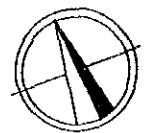
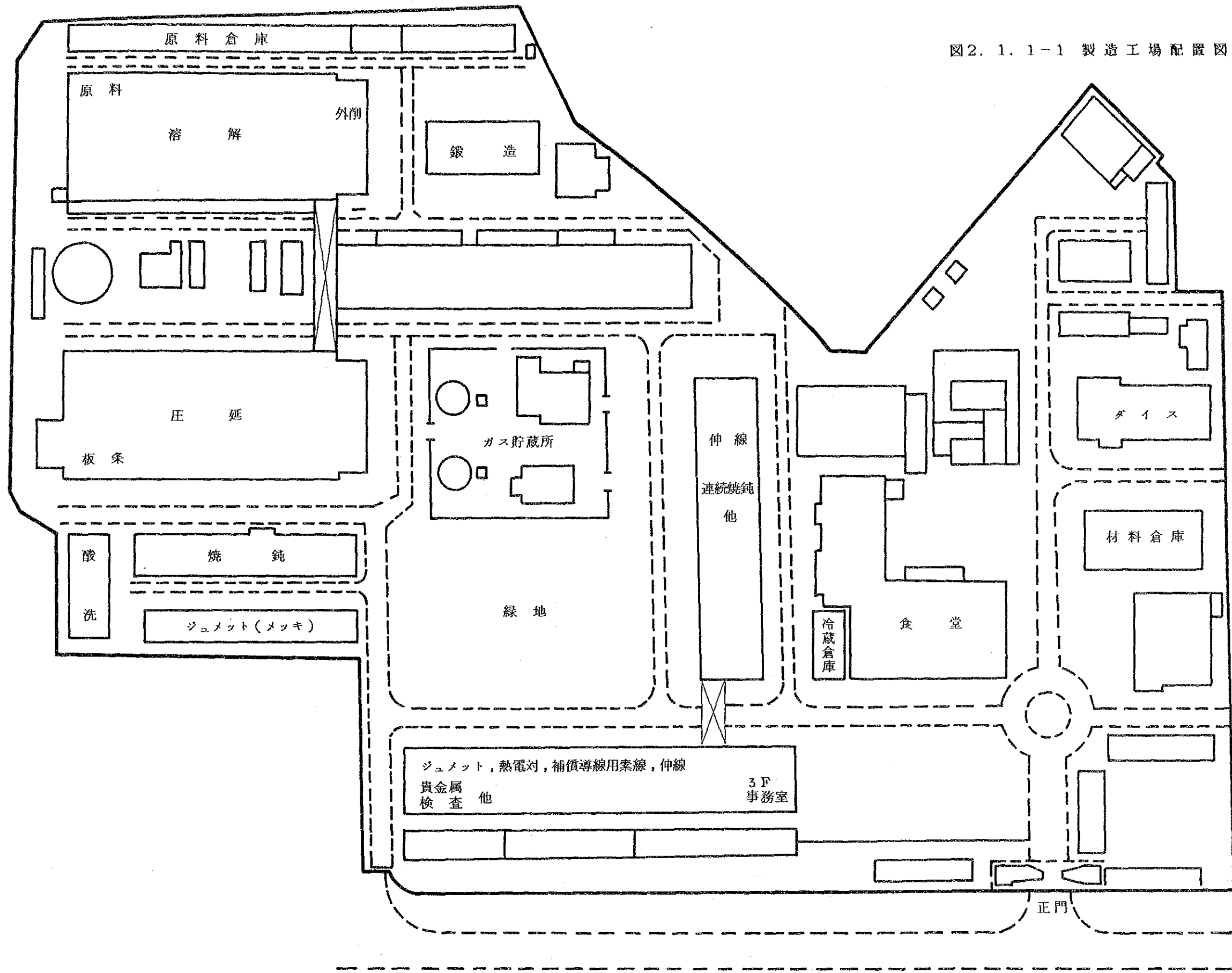


図2. 1. 1-1 製造工場配置図



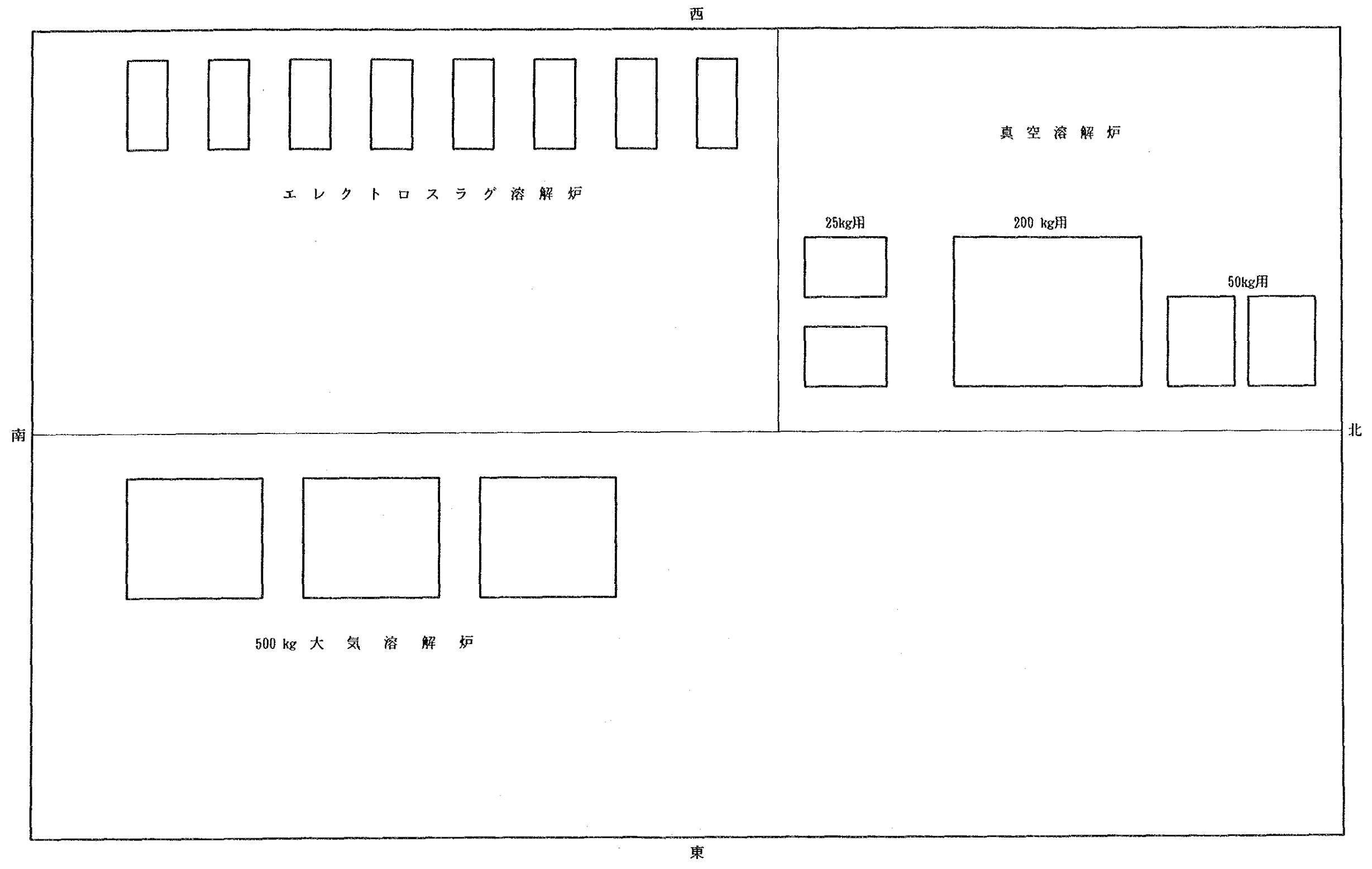


図2. 1. 1-2 第1 職場 溶解設備配置図

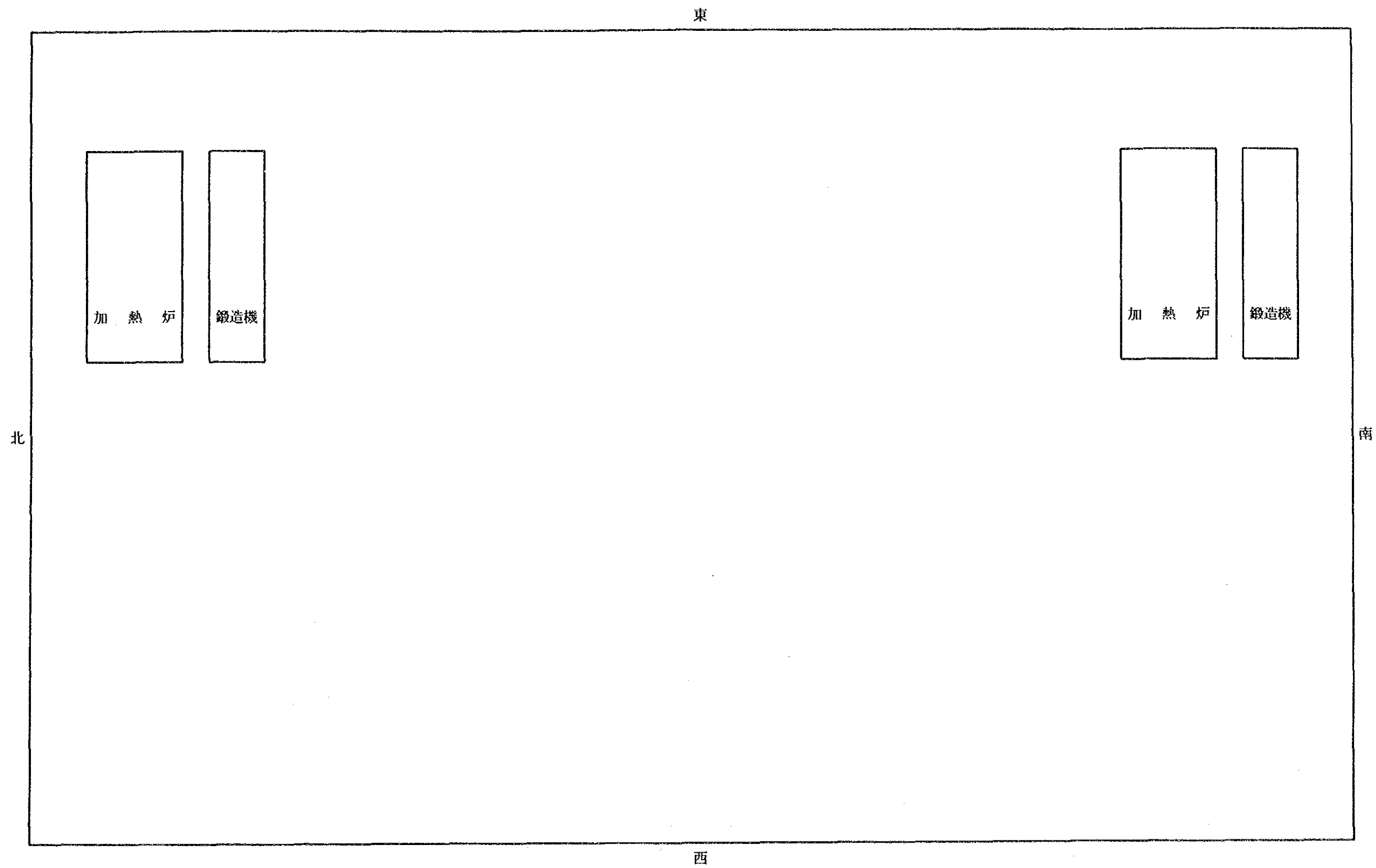


図2. 1. 1-3 第1職場 熱間鍛造設備配置図

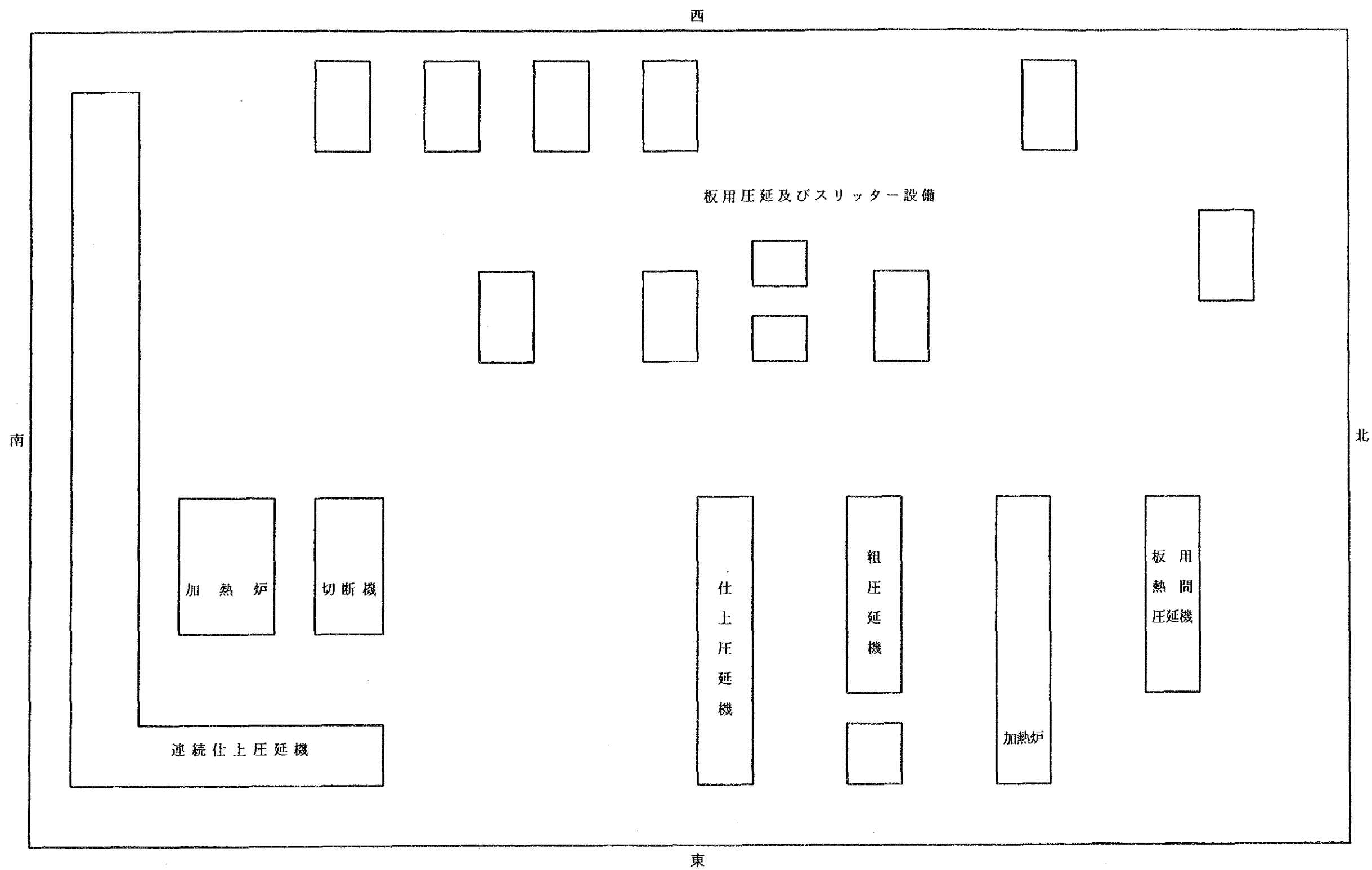


図2. 1. 1-4 第1戦場 圧延設備配置図

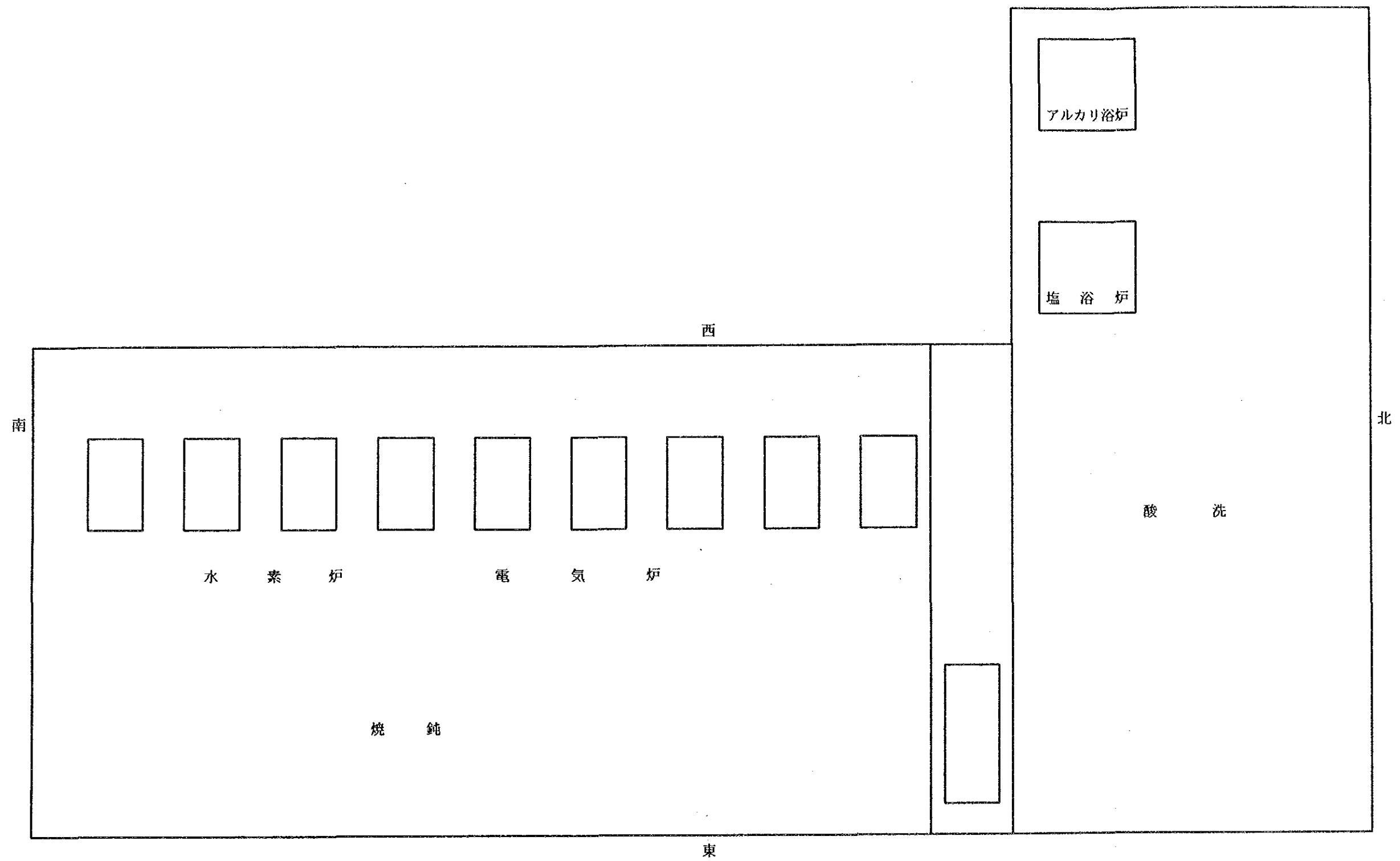


図2. 1. 1-5 第4職場 焼鈍・酸洗設備配置図

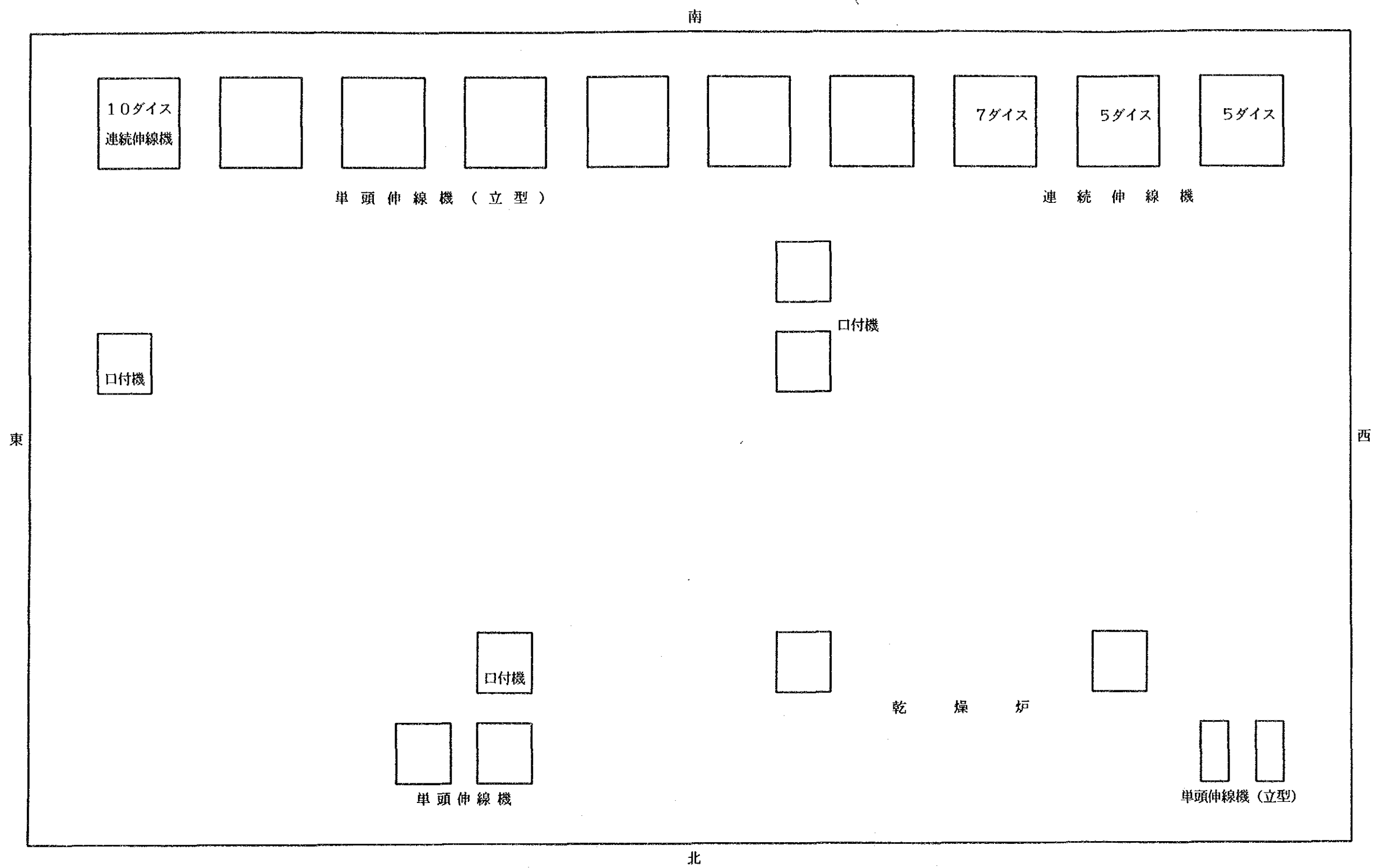


図2. 1. 1-6 第4工場 1階設備配置図

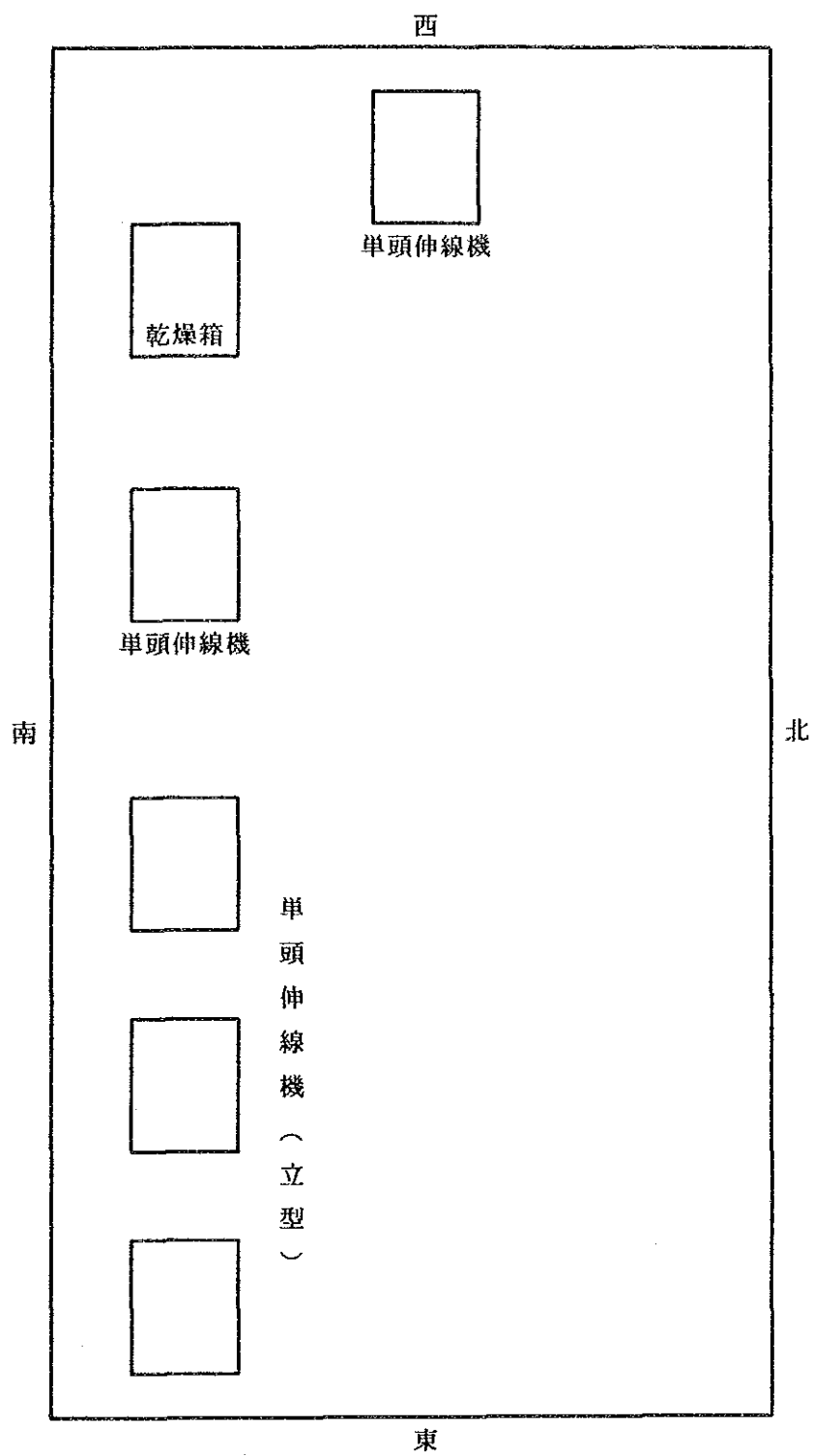


図2. 1. 1-7 第2職場1階 熱電対用伸線設備配置図

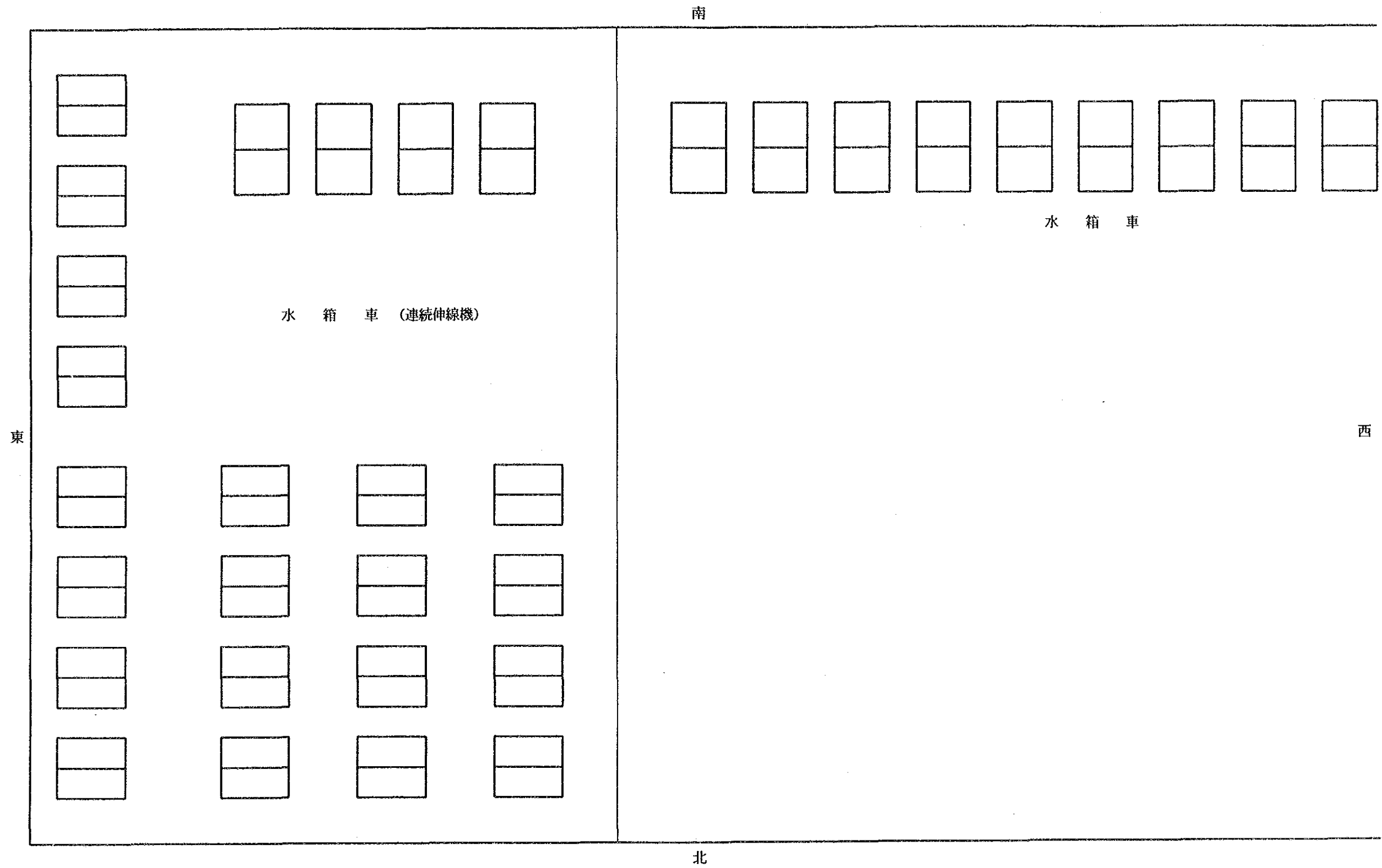


図2. 1. 1-8 第4職場3階 細物伸線設備配置図

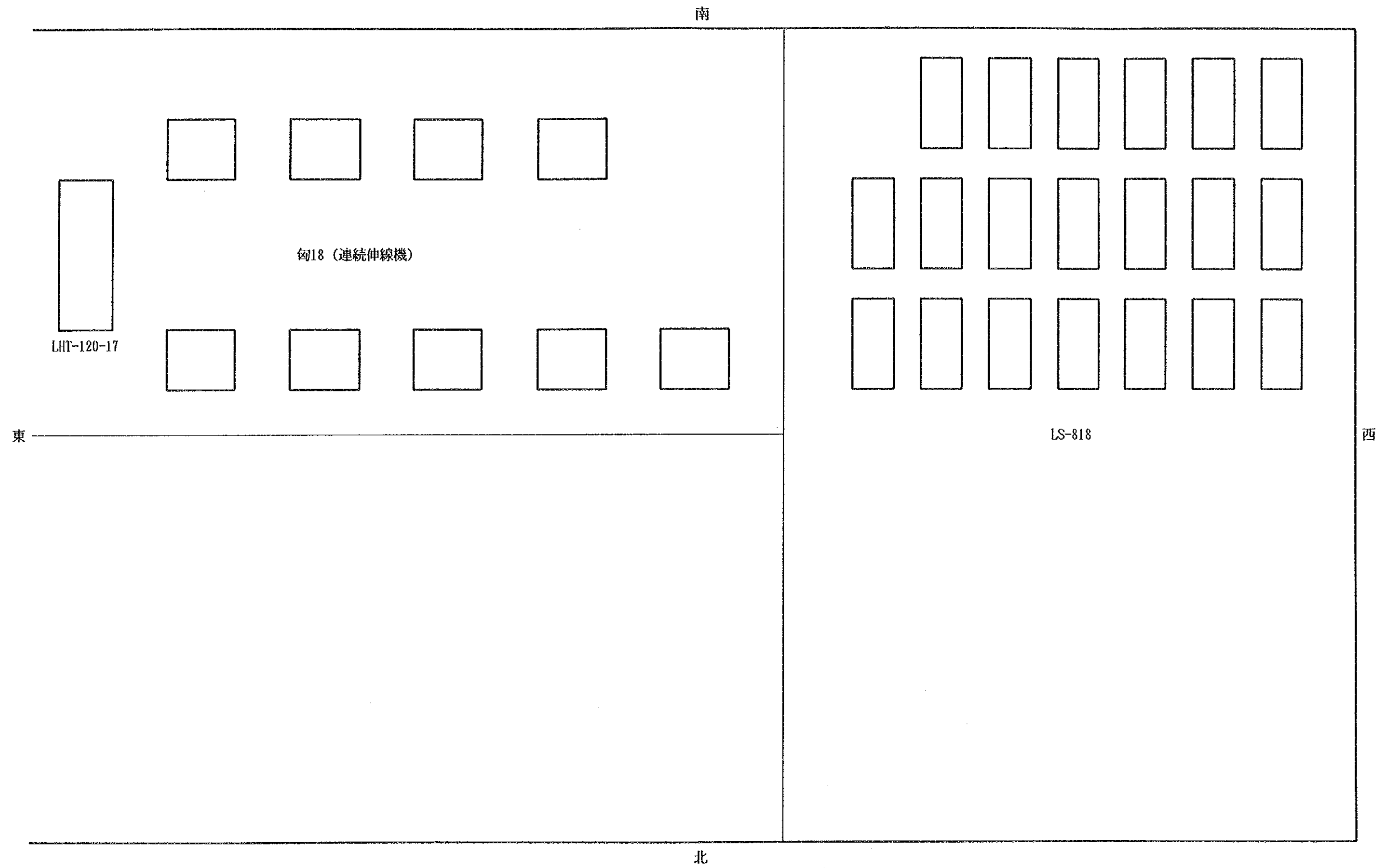


図2. 1. 1-9 第4職場3階 細物, 極細物伸線設備配置図

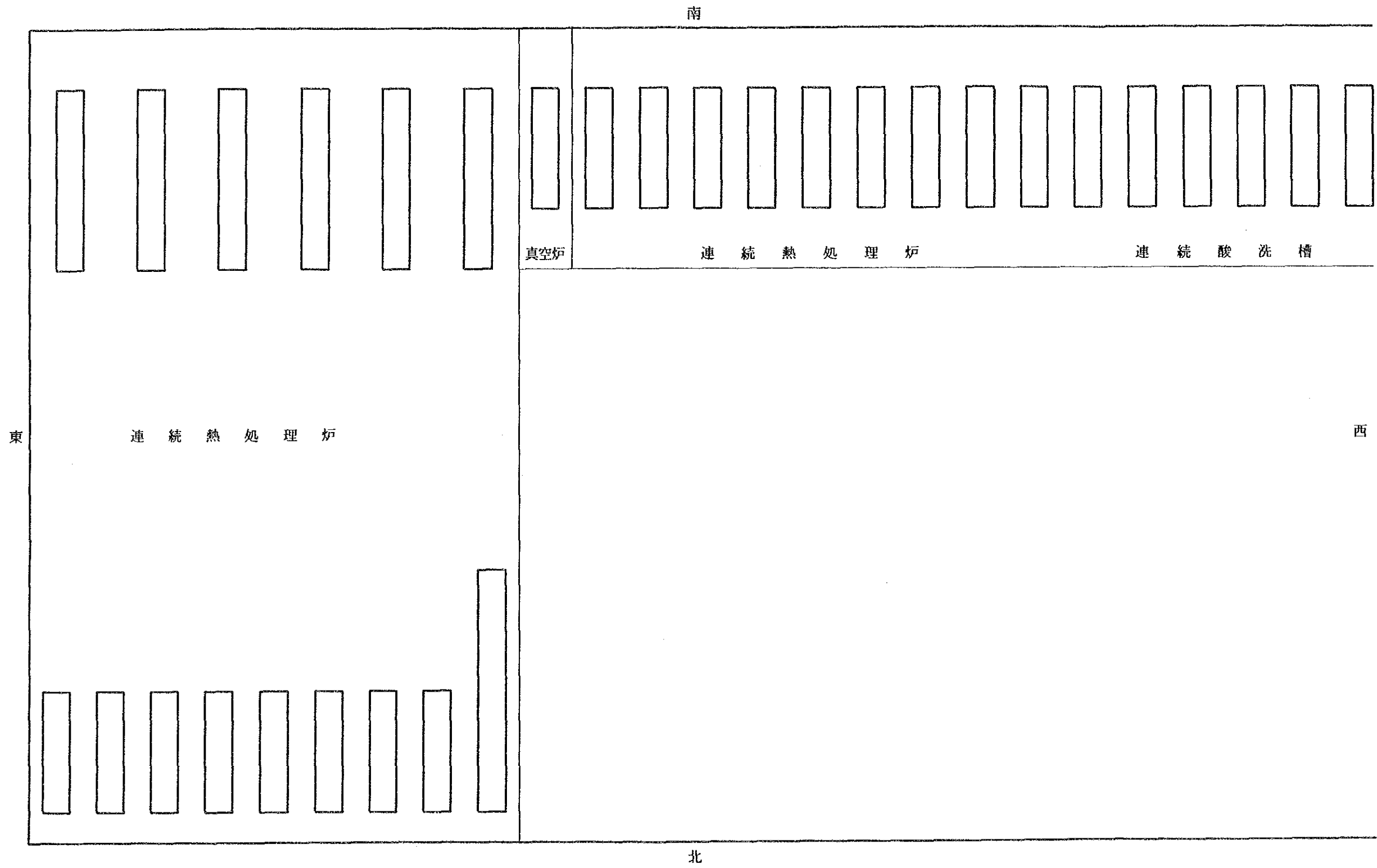


図2. 1. 1-10 第4工場4階 熱処理設備配置図

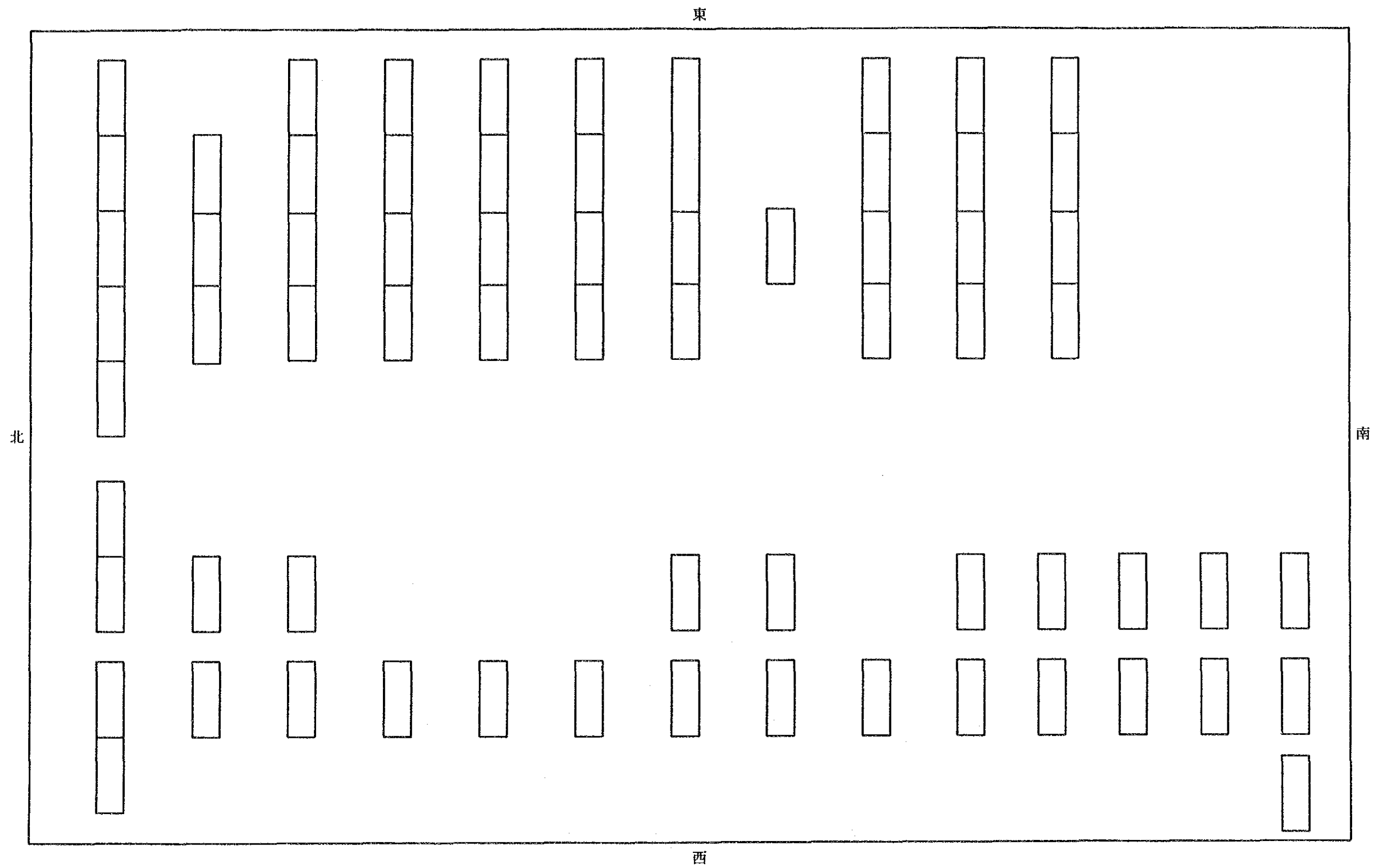


図2. 1. 1-11 第7職場2階 伸線用ダイス修理, 研磨設備配置図

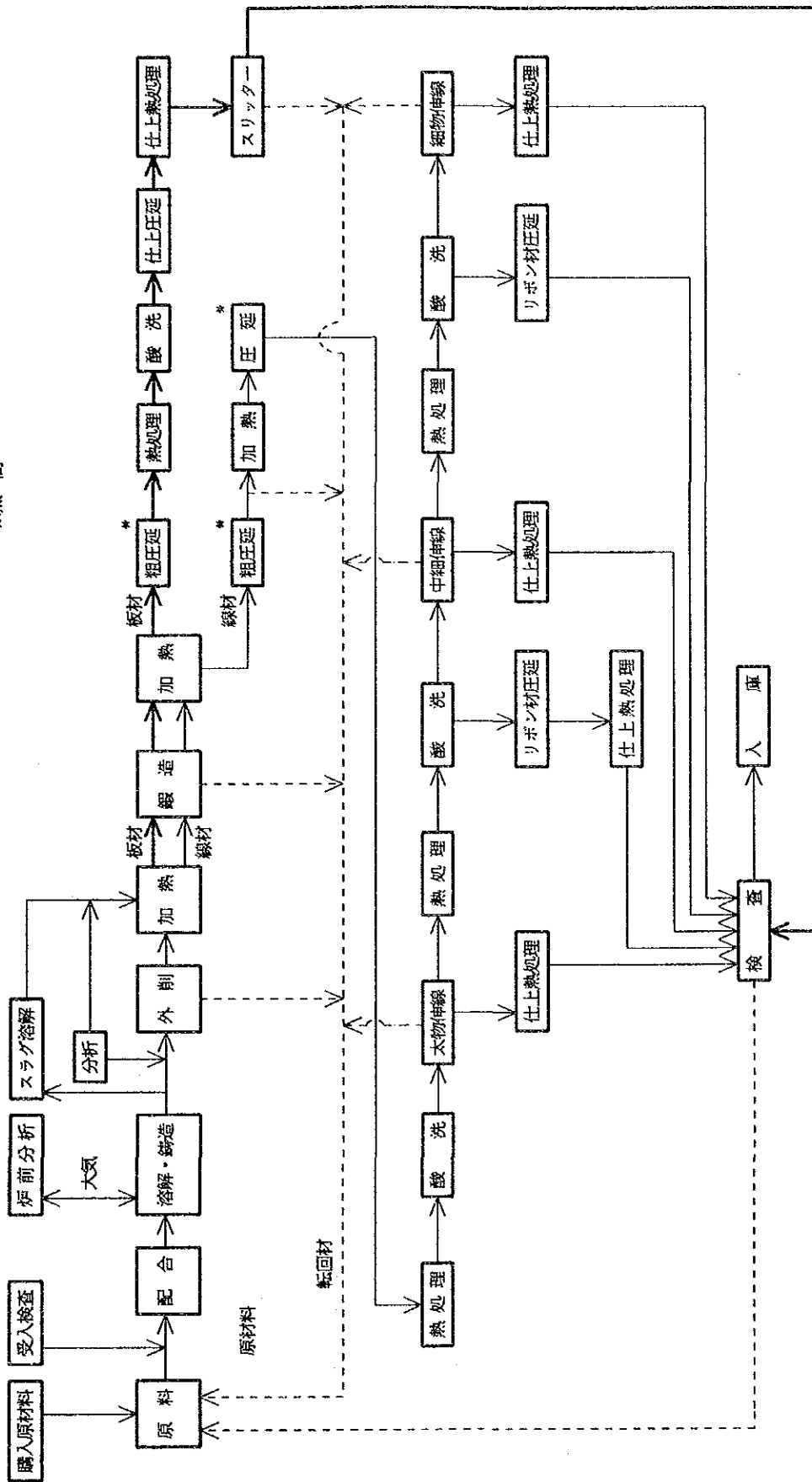


図2.1.1-12 プロセスフローシート

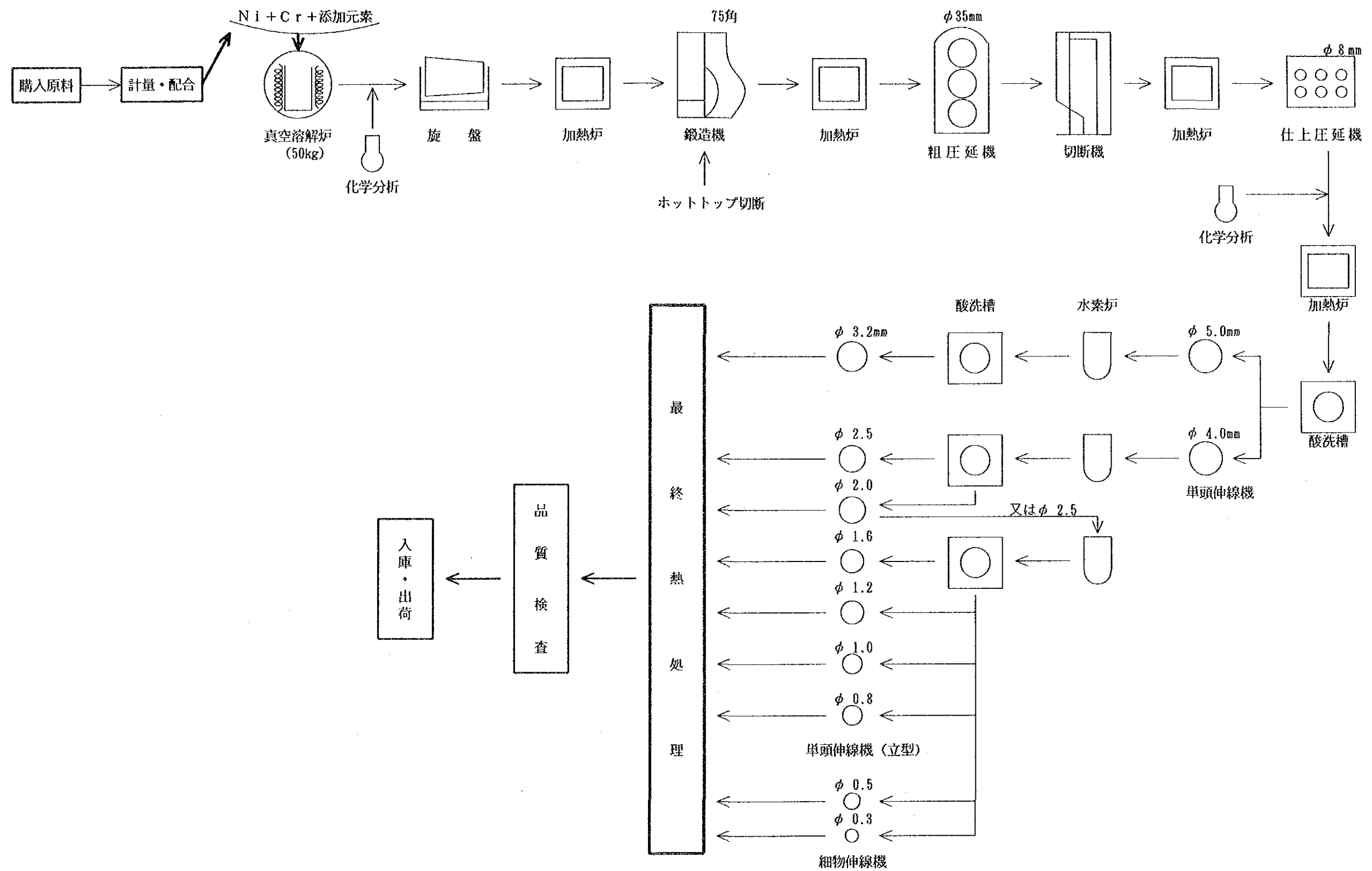


図2. 1. 1-13 K熱電対用ニッケルクロム合金 (KP) 線工程フローシート

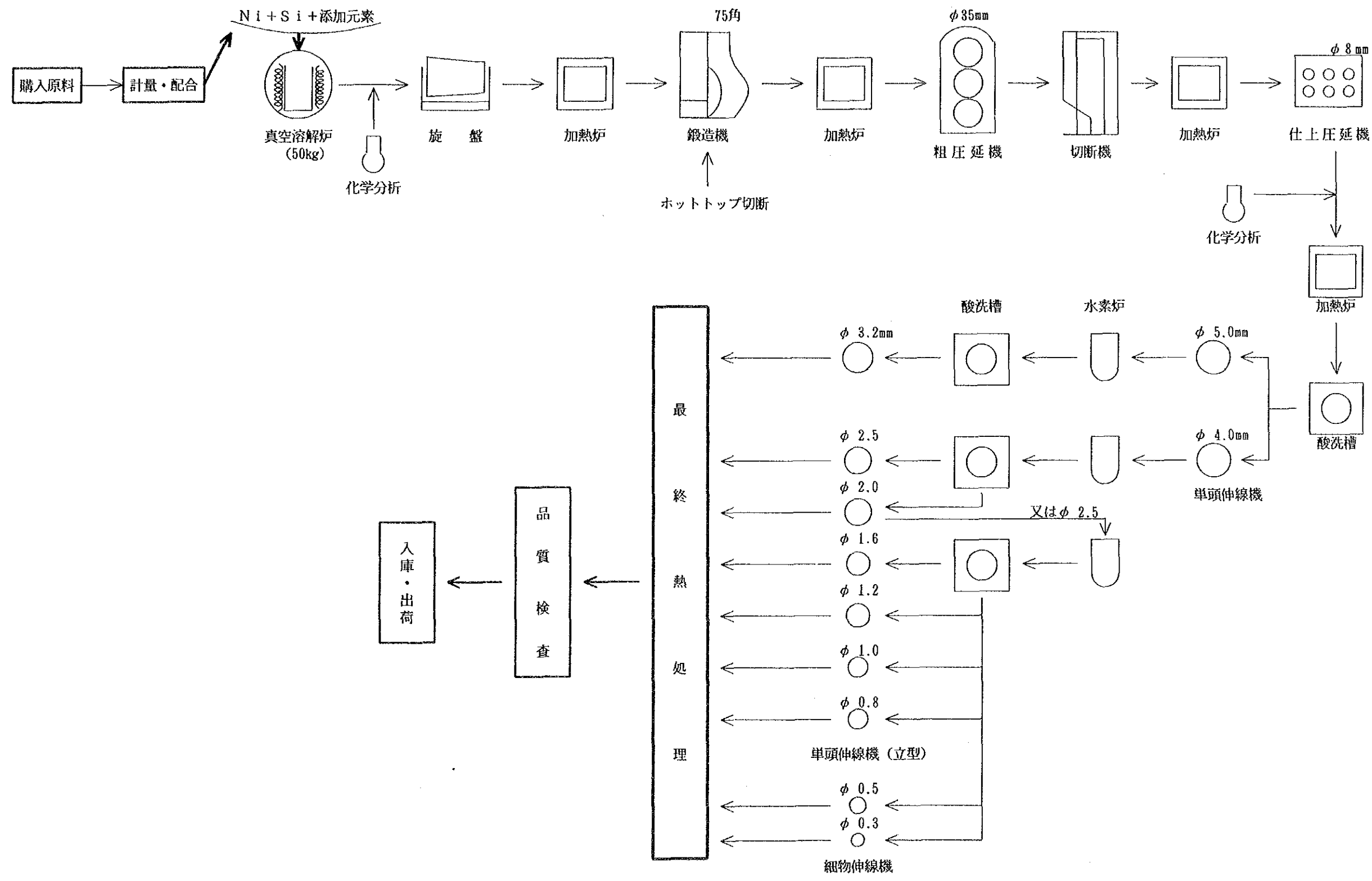


図2. 1. 1-14 K熱電対用ニッケルシリコン合金 (KN) 線工程フローシート

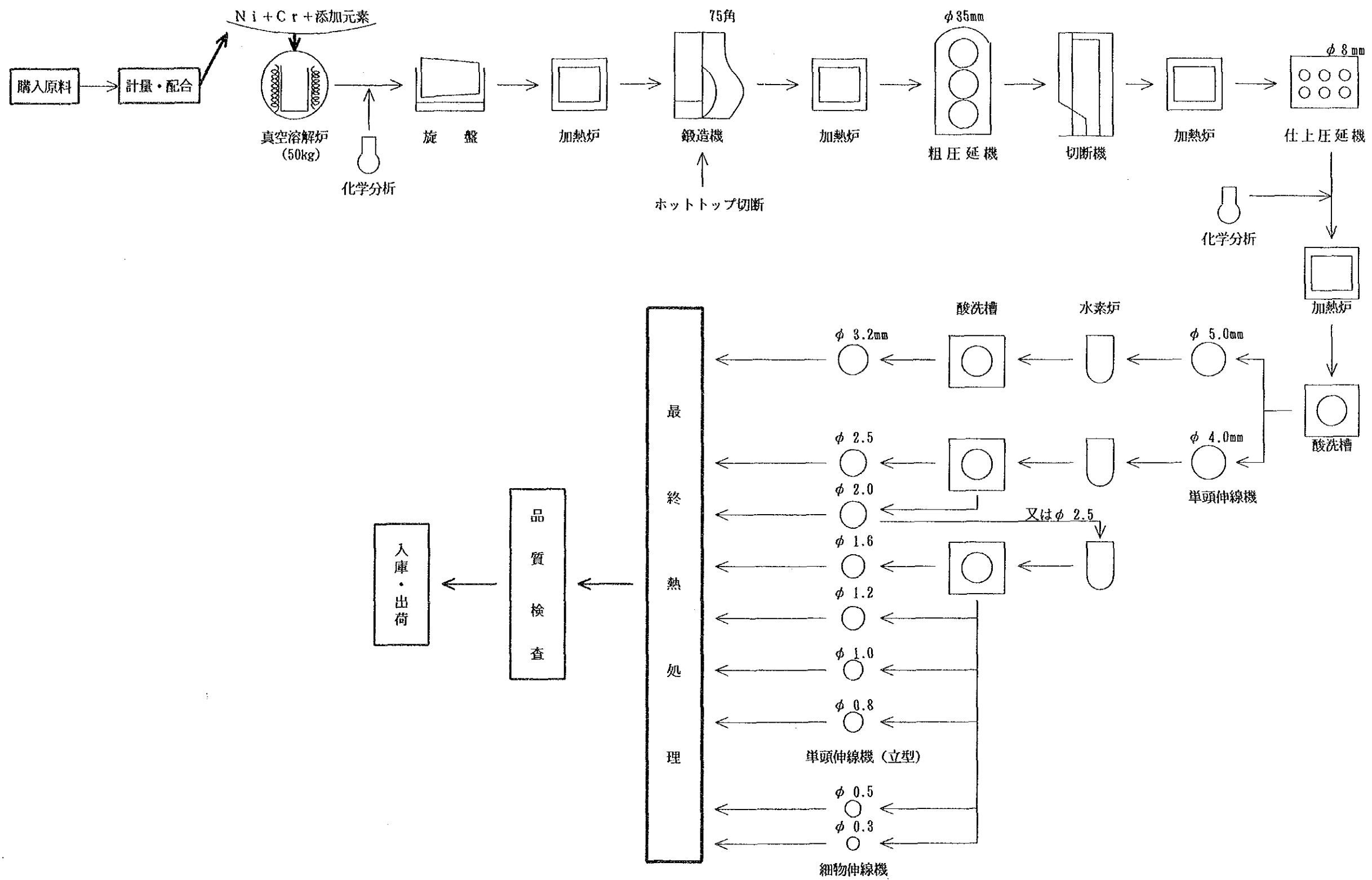


図2. 1. 1-15 E熱電対用ニッケルクロム合金 (EP) 線工程フローシート

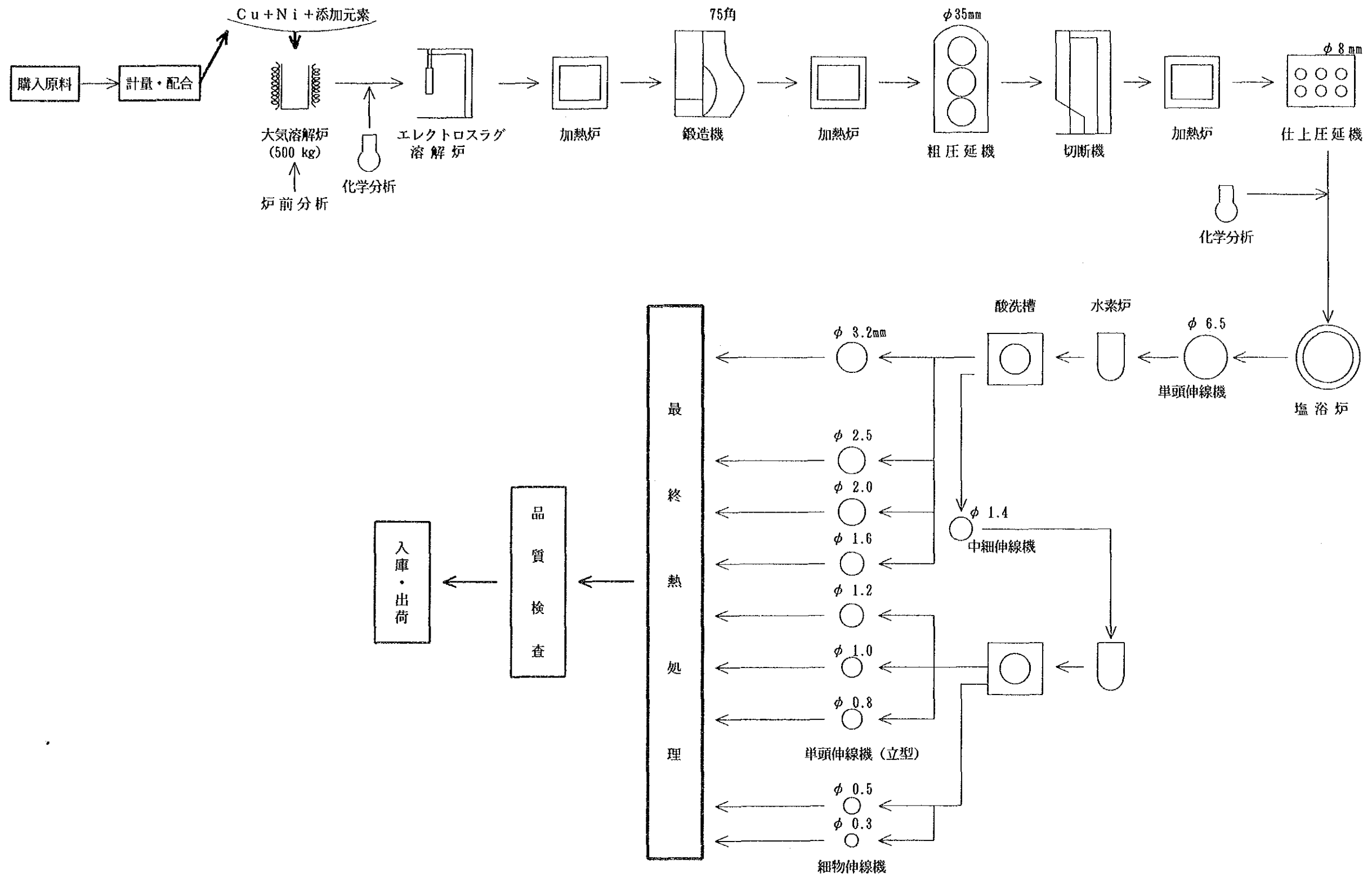


図2. 1. 1-16 E熱電対用銅ニッケル合金 (EN) 線工程フローシート

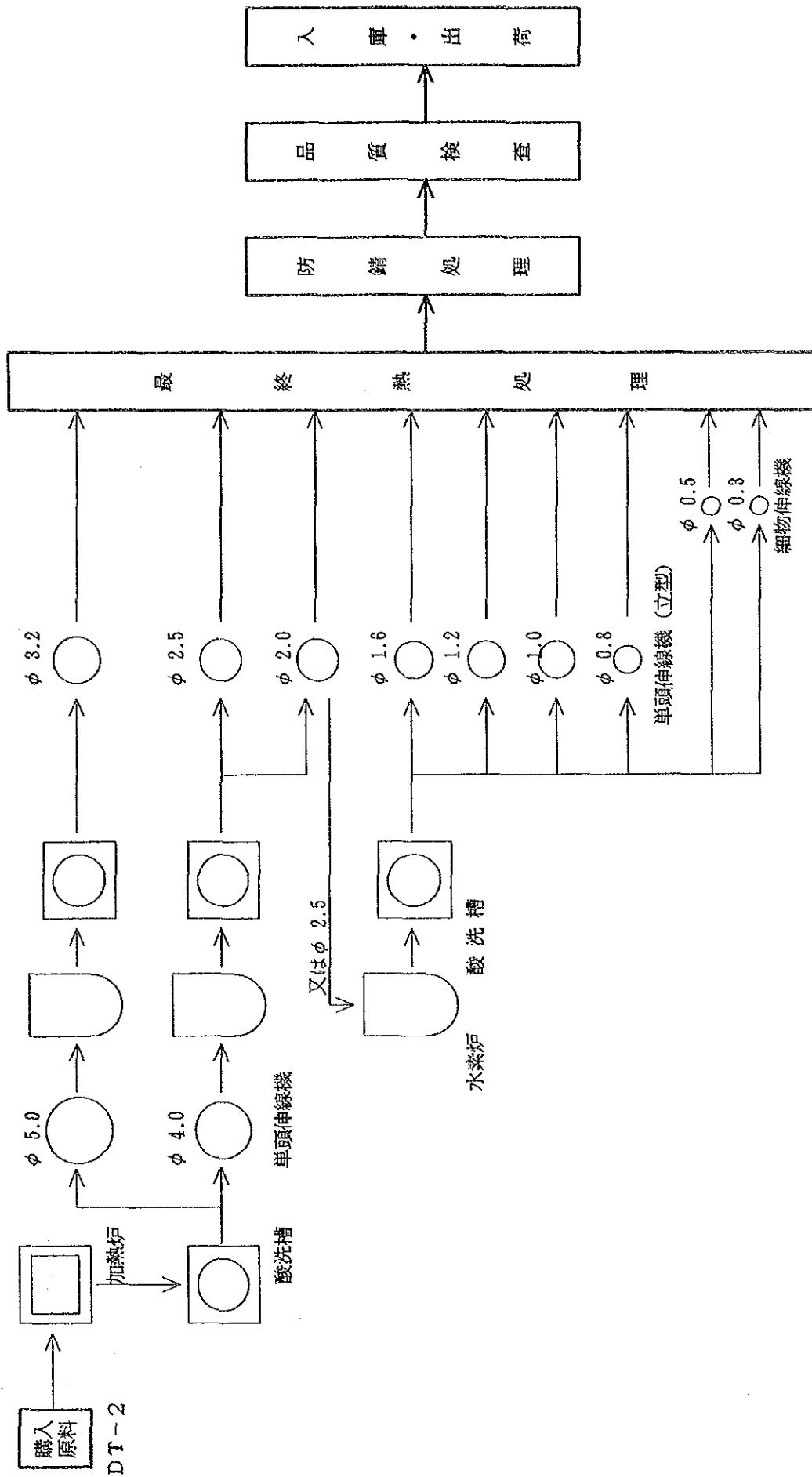


図2. 1. 1-17 J熱電対用純鉄 (J-P) 線工程フローシート

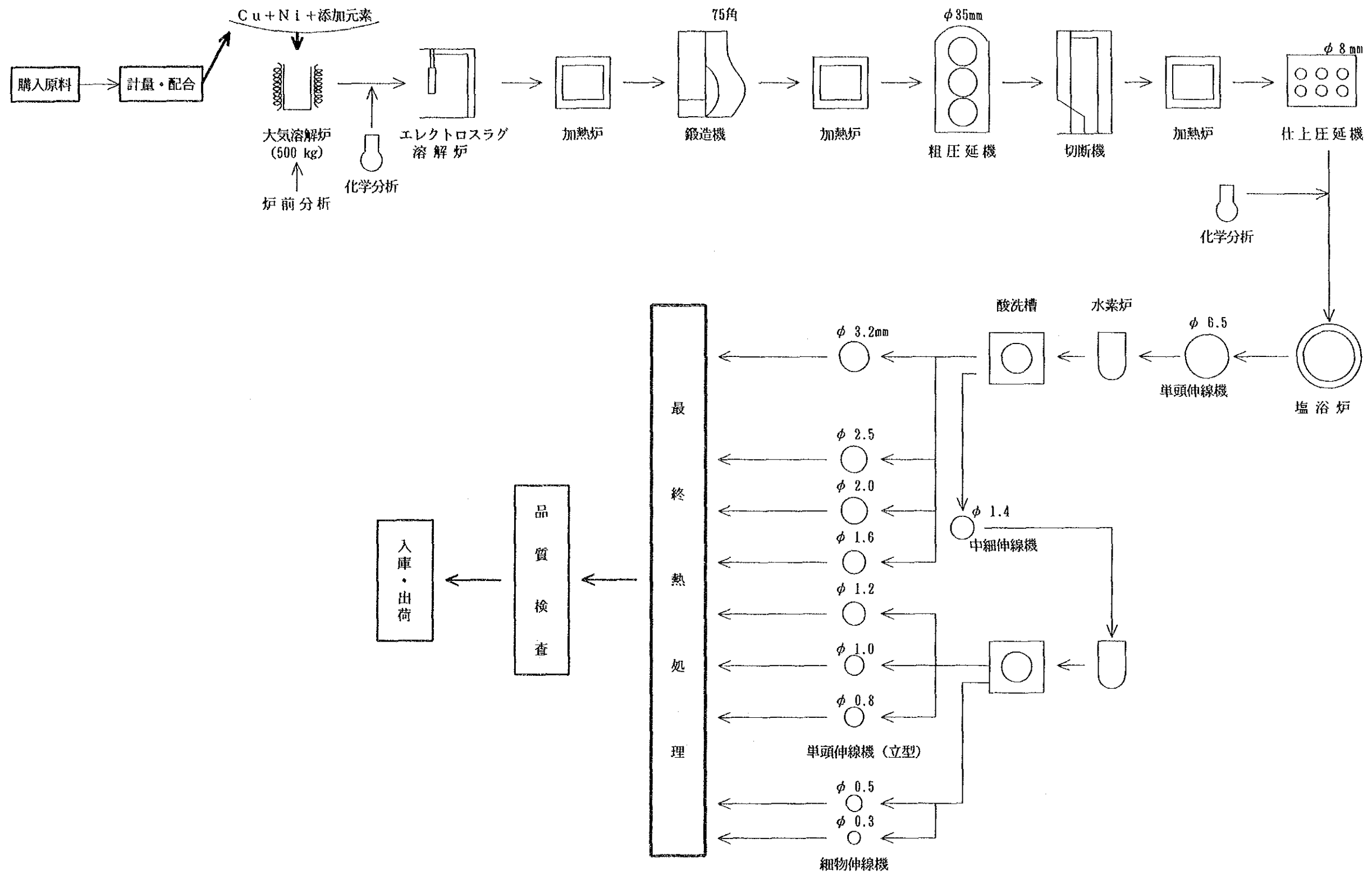


図2. 1. 1-18 J熱電対用銅ニッケル合金 (JN) 線工程フローシート

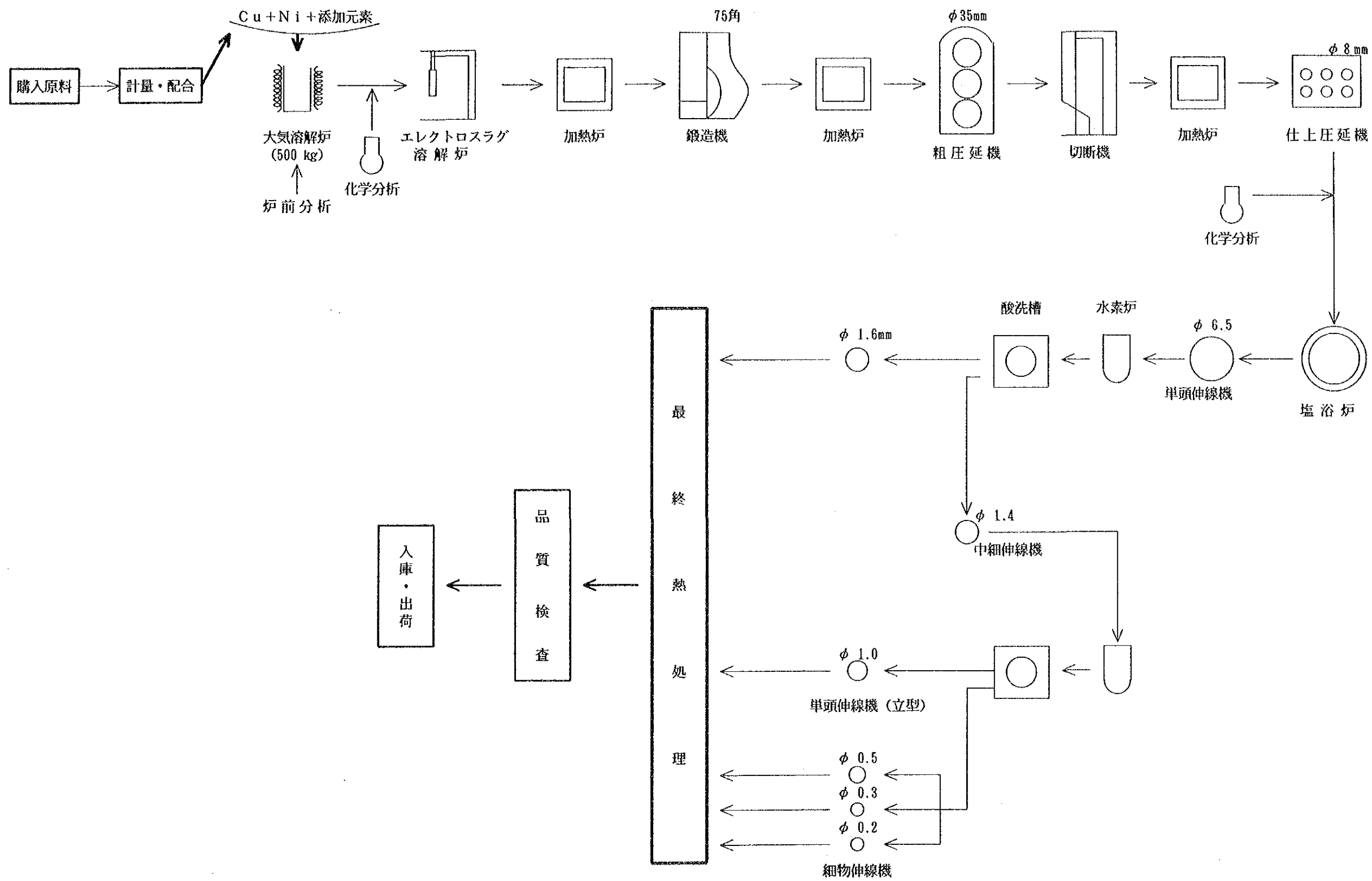


図2. 1. 1-19 T熱電対用銅ニッケル合金 (TN) 線工程フローシート

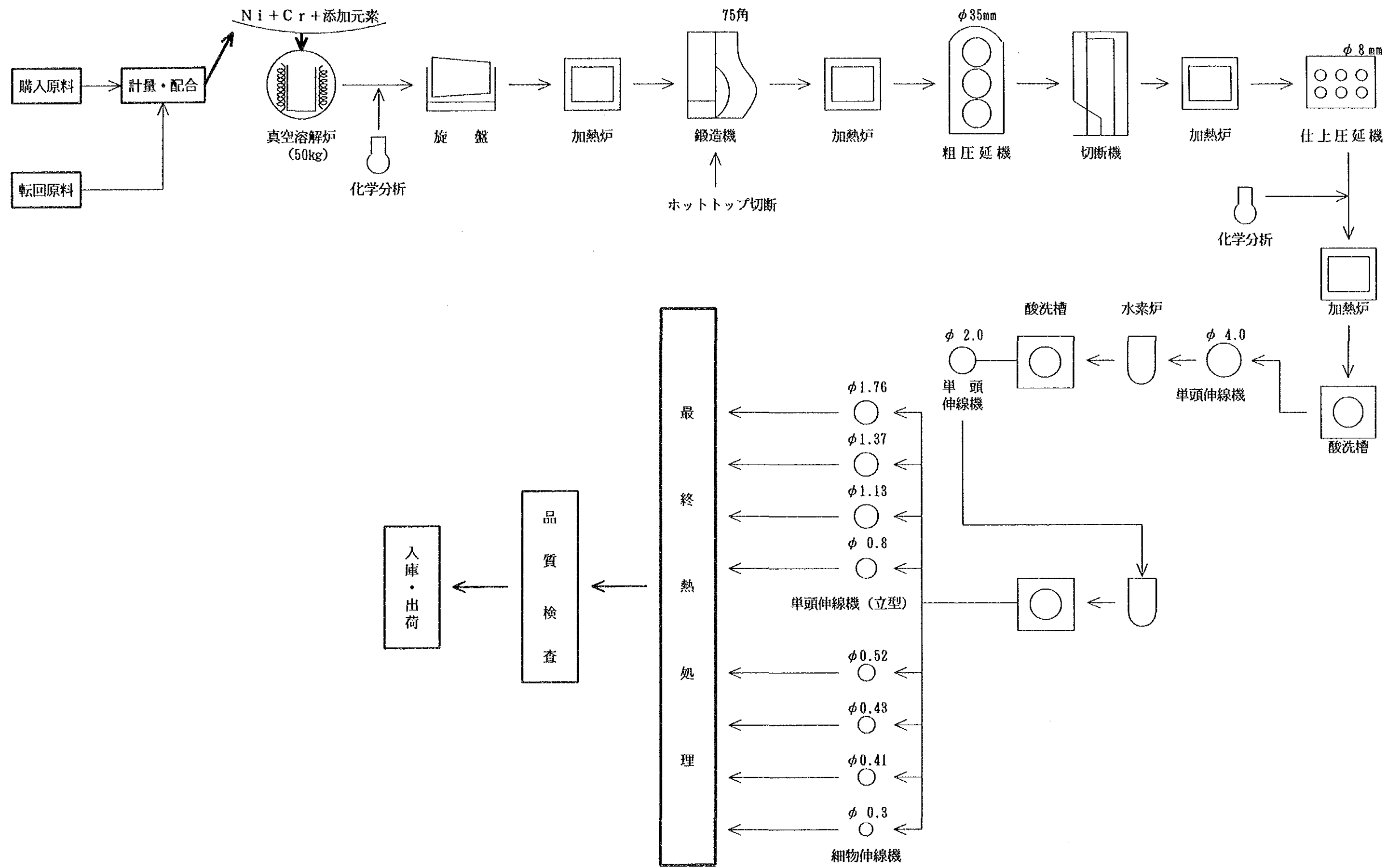


図2. 1. 1-20 KX補償導線用ニッケルクロム合金 (K P X) 線工程フローシート

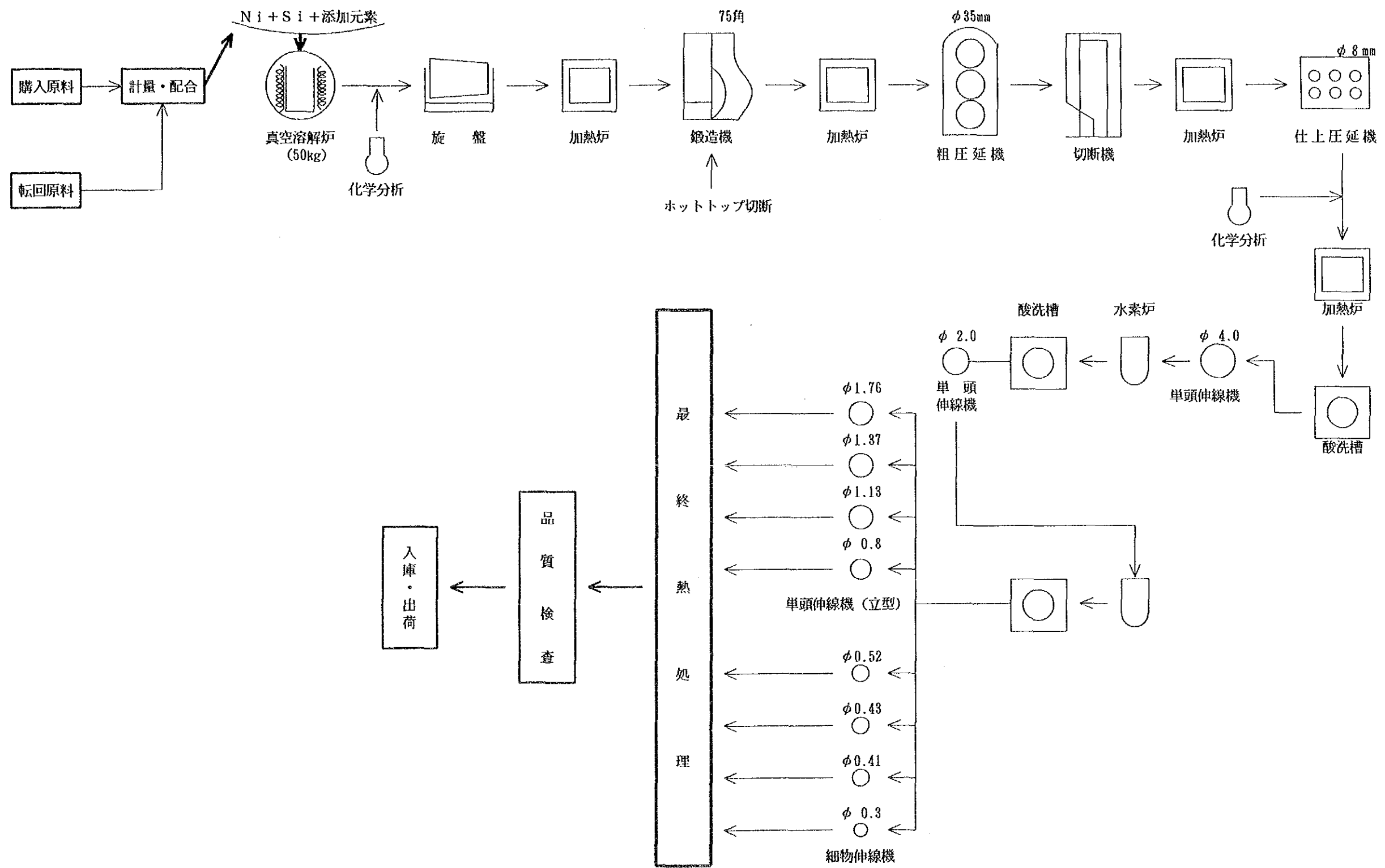


図2. 1. 1-21 KX補償導線用ニッケルシリコン合金 (KNX) 線工程フローシート

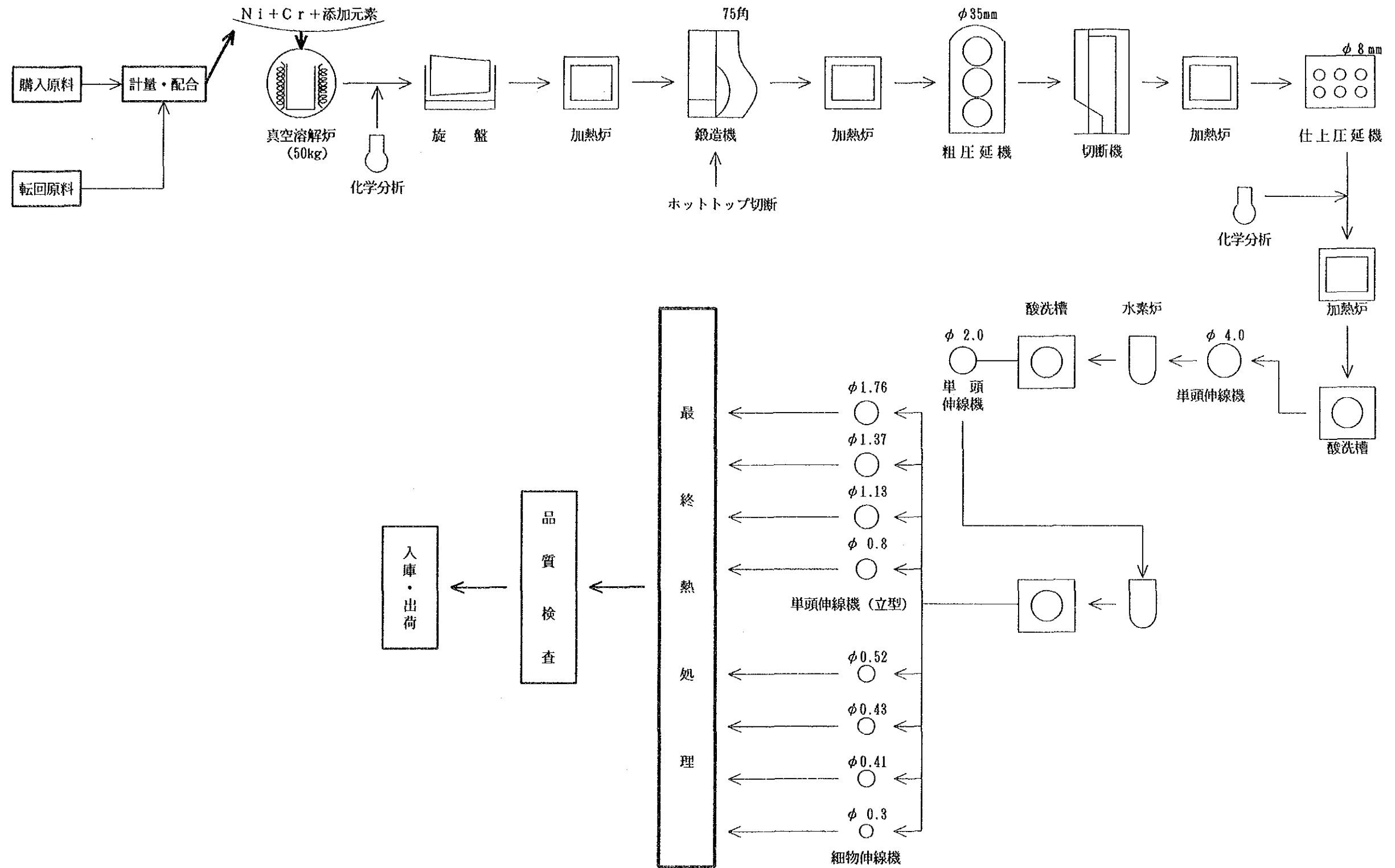


図2. 1. 1-22 EX補償導線用ニッケルクロム合金 (EPX) 線工程フローシート

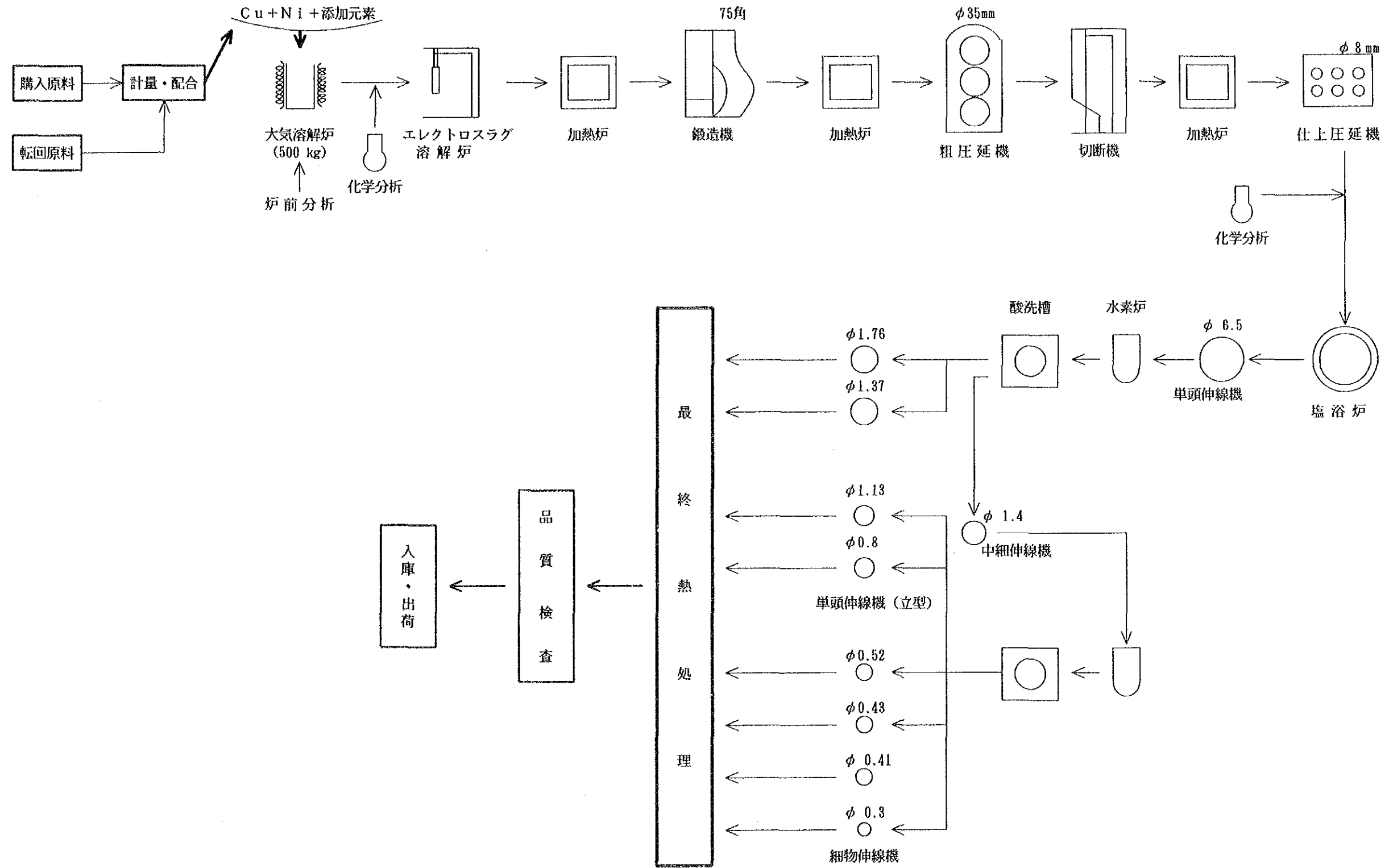


図2. 1. 1-23 EX補償導線用銅ニッケル合金 (ENX) 線工程フローシート

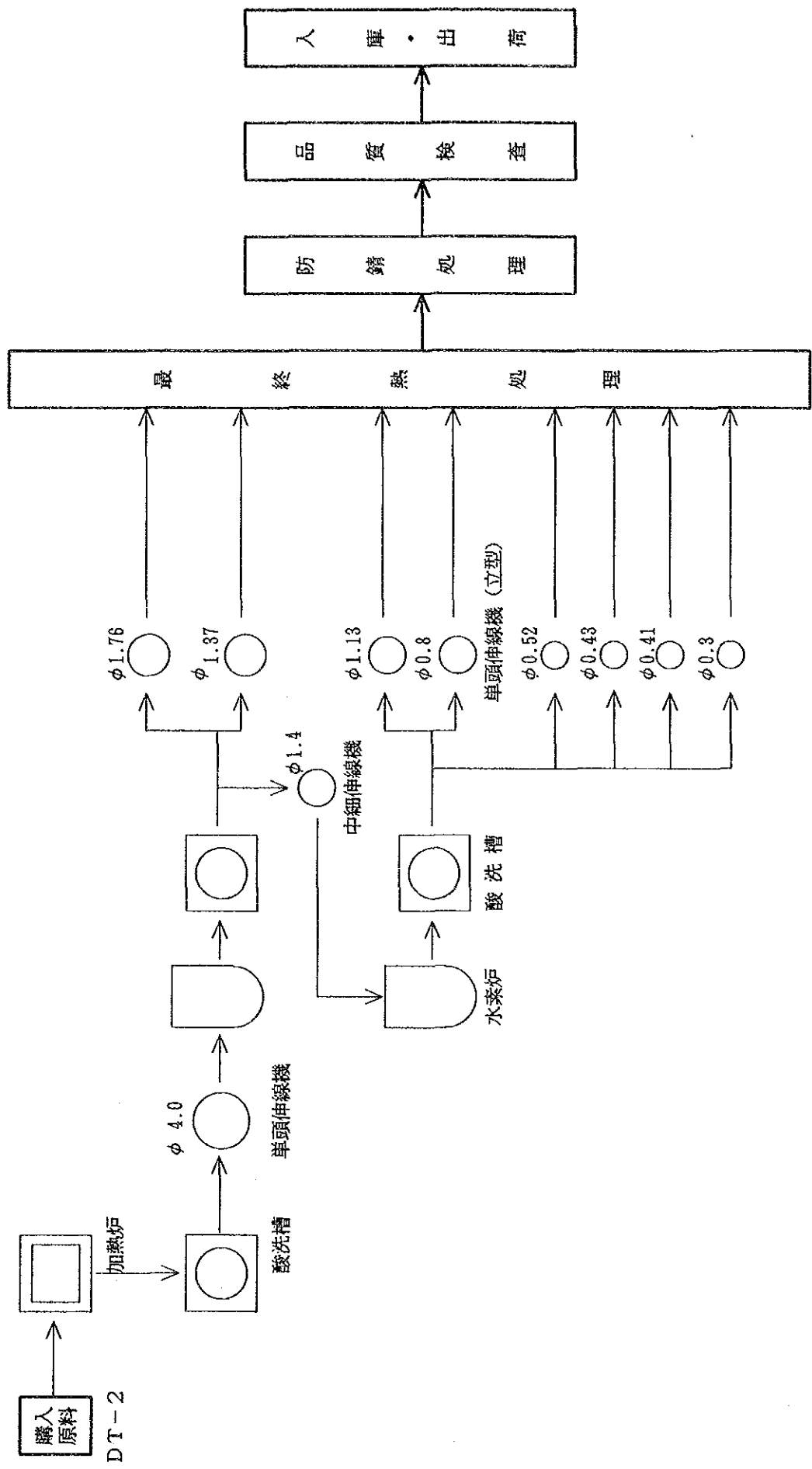


図2. 1. 1-24 JX補償導線用純鉄 (JPX) 線工程フローシート

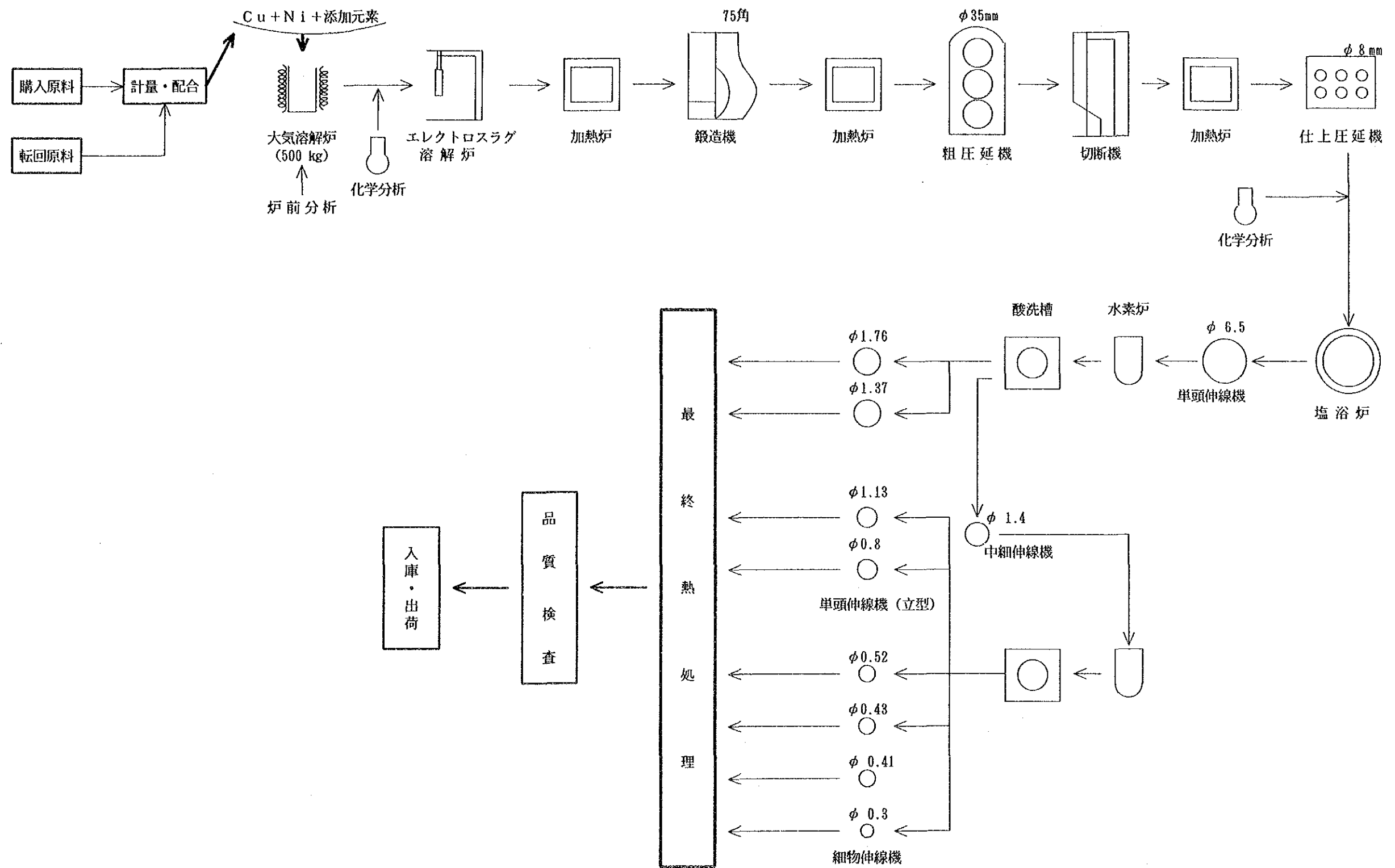


図2. 1. 1-25 JX補償導線用銅ニッケル合金 (JNX) 線工程フローシート

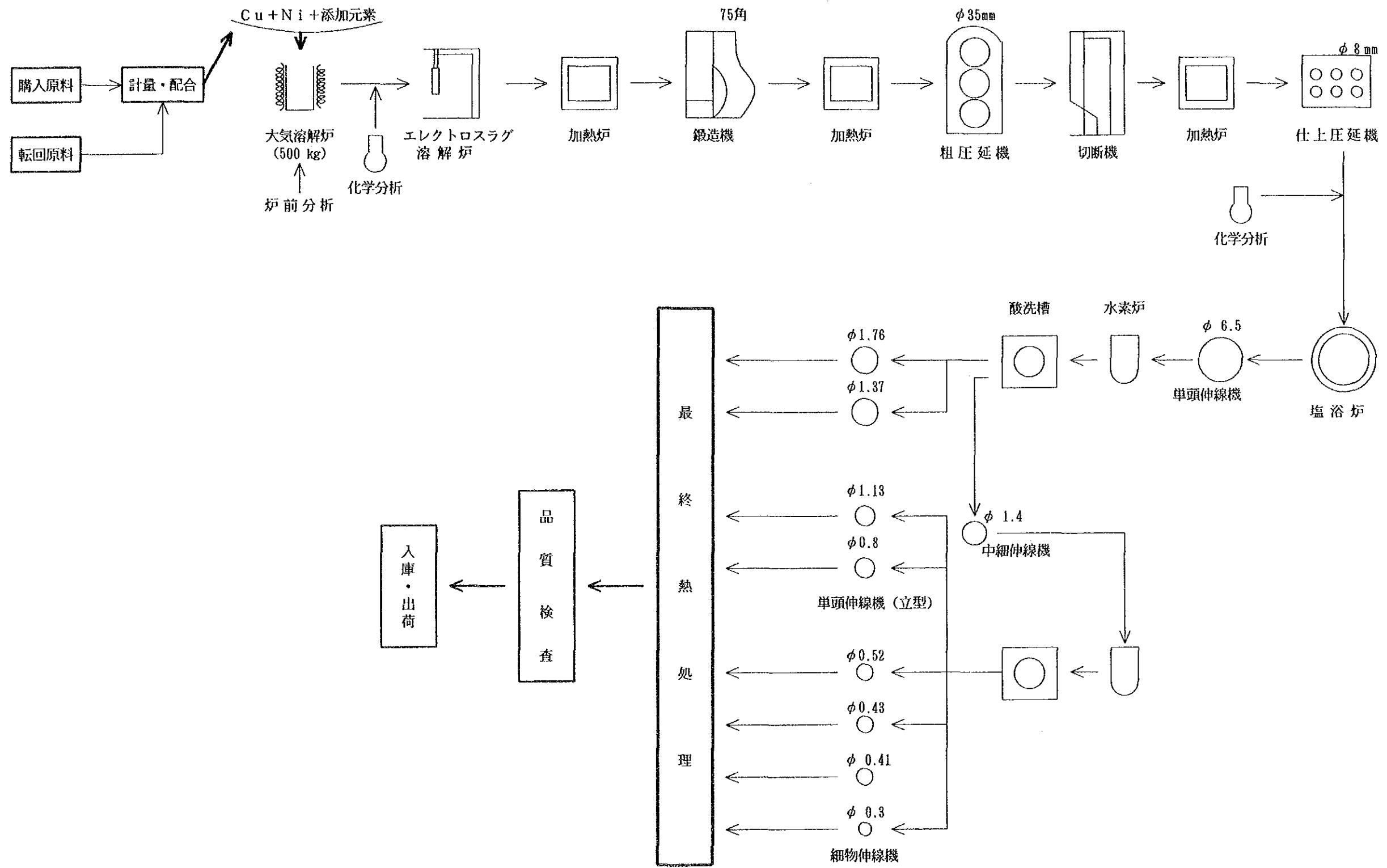


図2. 1. 1-26 TX補償導線用銅ニッケル合金 (TNX) 線工程フローシート

2. 1. 3 電気抵抗合金線製造設備の現状

(1) 製品仕様

1) 銅マンガン合金 (マンガン)

銅マンガン合金抵抗線については、次による標準が規定されている。

国家標準 GB 6145-85

專業標準 ZBY 278-84

主な標準概略は表2.1.2-2~3による。

表2. 1. 2-1

品 種		記 号	抵 抗 温 度 係 数		抵 抗 率 ($\mu\Omega m$)
			α $10^{-6}/^{\circ}C$	β $10^{-6}/^{\circ}C$	
銅 マンガン 線, 片	1級	6J ₁₂	-3~+5	-0.7~0	0.47±0.03
	2級		-5~+10		
	3級		-10~+20		
銅 マンガン 線, 片	0級	6J ₁₂	-2~+2	-0.7~0	0.47±0.03
	1級		-3~+5		
F ₁ 銅マンガン線, 片		6J ₈	-5~+10	-0.25~0	0.35±0.05
F ₂ 銅マンガン線, 片		6J ₁₃	0~+40	-0.7~0	0.44±0.04

表2. 1. 2-2

品 種	記 号	化 学 成 分 (%)			
		Cu	Mn	Ni	Si
銅 マンガン	6J ₁₂	残	11~13	2~3	—
F ₁ 銅マンガン	6J ₈	残	8~10	—	1~2
F ₂ 銅マンガン	6J ₁₃	残	11~13	2~5	—

表2. 1. 2-3

線径 mm	最小伸長率% (L=200 mm)
≤ 0.050	6
> 0.05~0.10	8
> 0.10~0.50	12
> 0.50	15

他に、抵抗温度係数については、年変化率の規定がある。

2) 銅ニッケル合金 (コンスタンタン)

国家標準 GB 6145-85

企業標準 (上海市) 沪Q/YXB 6872-84

に規定されている。この主な標準概略は表2.1.2-4~7による。

表2.1.2-4

品 種		記 号	平均抵抗温度係数 $\bar{\alpha} \quad 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	抵 抗 率 $\mu\Omega\text{m}$	備 考
銅ニッケル	線	6J ₄₀	-40 ~ +40 (20~50°C)	0.48±0.03	GB6145
	片				
	帯				
銅ニッケル	(1)	—	-10 ~ +10	0.46~0.53	沪Q/YXB6872
	(2)		-20 ~ +20 (60~20°C)		

表2.1.2-5

品 種	記 号	化 学 成 分 %					備 考
		Cu	Mn	Si	Fe	Ni	
銅ニッケル	6J ₄₀	残	1~2	—	—	39~41	GB6145
	—	残	1.5~2	0.3~0.1	0.1~0.2	43~45	沪Q/YXB6872

表2.1.2-6

GB6145

線 径 mm	最小伸長率 % (L=200 mm)
≤ 0.050	6
> 0.050 ~ 0.100	8
> 0.100 ~ 0.500	12
> 0.500	15

表2.1.2-7

沪Q/YXB6872

線 径 mm	伸 長 率 %	引 張 強 さ kgf/mm ²
0.020, 0.025	≥ 6	≥ 45
0.030, 0.040, 0.050 0.060, 0.070, 0.080 0.090, 0.10	≥ 10	≥ 45

3) ニッケルクロムアルミ合金 (カルマ)

高抵抗用として使用されるニッケルクロム合金は中華人民共和国專業標準 ZBY151-83によって規定している。

主な標準概略については表2.1.2-8~11による。

表 2. 1. 2-8

合金名称	記号	級別	平均抵抗温度係数 $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
ニッケル・クロム・アルミ・鉄	NiCr ₂₀ AlFe	0	-5~+5
		1	-10~+10
		2	-20~+20
ニッケル・クロム・アルミ・銅	NiCr ₂₀ AlCu	0	-5~+5
		1	-10~+10
		2	-20~+20

表 2. 1. 2-9

合金名称	記号	化学成分 %				
		Ni	Cr	Al	Fe	Cu
ニッケルクロムアルミ鉄	NiCr ₂₀ AlFe	残	19~21.5	2.5~3.2	2~3	—
ニッケルクロムアルミ銅	NiCr ₂₀ AlCu	残	19~21.5	2.5~3.2	—	2~3
合金名称	記号	化学成分 %				
		Mn	Si	S	C	
ニッケルクロムアルミ鉄	NiCr ₂₀ AlFe	0.5~1.5	≤ 0.5	≤ 0.005	≤ 0.05	
ニッケルクロムアルミ銅	NiCr ₂₀ AlCu	0.5~1.5	≤ 0.2	≤ 0.01	≤ 0.04	

表 2. 1. 2-10

線径 mm	伸長率 %
≤ 0.020	≥ 3
> 0.02 ~ 0.063	≥ 7
> 0.063 ~ 0.125	≥ 11
> 0.125	≥ 16

表 2. 1. 2-11

記号	抵抗率 (20°C) $\mu\Omega\text{m}$	級別	平均抵抗温度係数 $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$				対銅平均 熱起電力* $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
			温度範囲	$\bar{\alpha}_1$	温度範囲	$\bar{\alpha}_2$	
NiCr ₂₀ AlFe	1.33 ± 5 %	0	°C	-5~+5	°C	-5~+5	≤ 2.5
		1	20~-55	-10~+10	20~125	-10~+10	
		2		-20~+20		-20~+20	
NiCr ₂₀ AlCu	1.33 ± 5 %	0	°C	-5~+5	°C	-5~+5	≤ 2.5
		1	20~-55	-10~+10	20~125	-10~+10	
		2		-20~+20		-20~+20	

*-55~125 °C

- (2) 原材料規格と現状
 - 2.1.1 の(2) 項参照

- (3) 配 置
 - 1) 全体配置
 - 2.1.1 (3) の 1) 項参照
 - 2) 詳細配置
 - 2.1.1 (3) の 2) 項参照

(4) 生産工程概要

1) 全体フロー

上海合金工場で製造加工している抵抗用合金線は、銅ニッケル合金、銅マンガン合金及びニッケルクロムアルミ合金の3種類がある。

各抵抗合金線の、全体の生産工程は、図2.1.1-12プロセスフローシートに示す。

各抵抗合金線は、全て原材料倉庫に入庫保管されている原材料（購入地金及び転回材料）を用いて、各抵抗線毎に決められている成分量を、計量・配合して大気中又は真空中にて溶解・鋳造が行なわれる。成分合格品は、旋盤外削を受け、次いで熱間鍛造、熱間圧延によって他の線材用と同じくφ8mmの荒引線となる。更に熱処理、酸洗、伸線が繰り返されて、最終製品となる。

2) 抵抗用合金線の工程

次による各合金線工程フローシート参照

図2.1.2-1 精密抵抗用銅マンガン合金（マンガニン）線工程フローシート

図2.1.2-2 一般抵抗用銅マンガン合金（マンガニン）線工程フローシート

図2.1.2-3 抵抗用銅ニッケル合金（コンスタンタン）線工程フローシート

図2.1.2-4 抵抗用ニッケルクロムアルミ合金（カルマ）線工程フローシート

a) 精密抵抗用銅マンガン合金線

銅マンガン合金（マンガニン）は“MENTONG”と呼称されている。精密用MENTONGは、原材料倉庫にて、計量（配合）された、銅、マンガニン、ニッケル及び若干の微量元素を添加して、25kg真空溶解炉に於て溶解・鋳造されたインゴットは、化学分析によって成分が合格していることを確認の上、旋盤で表面の不具合部を含んで約2mm削り取られる。その後、熱間による鍛造を行ない67mm角となる。鍛造材は、熱間によって粗圧延及び仕上圧延機によって約8mmの荒引線が造り出される。荒引線は塩浴炉にて加熱焼鈍され、伸線工程に移される。線は伸線、焼鈍及び酸洗を繰り返されて、最小径0.02mmの極細線まで引き落とされる。この線は最終の連続走間焼鈍を受け最終品質検査によって製品となる。

b) 一般抵抗用銅マンガ合金線

一般用については、シャント抵抗用として主に使用される。計量・配合された地金及び転回材などは、500 kg大気溶解炉にて約30kgのインゴット16本に溶解・鑄造される。以下成分の合格確認後、外削，熱間鍛造，熱間圧延を受け更に焼鈍，酸洗及び伸線により所定寸法に仕上げられる。

c) 抵抗用銅ニッケル合金線

銅ニッケル合金（コンスタンタン）は“KANGTONG”と呼ばれている。KANGTONGは、計量・配合した銅，ニッケル，マンガ及び微量添加元素と転回材は、500 kg大気溶解炉で電極用インゴットとして第1次溶解・鑄造される。次いで電極用インゴットはエレクトロスラグ炉にて第2次溶解され ϕ 110~120 × L 450mmの無欠陥なインゴットに生まれ返る。化学分析によって合格確認された第2次インゴットは加熱され熱間中で鍛造され67mm角×Lと形を変え次工程の熱間圧延職場に送られ ϕ 8 mmの荒引線となる。荒引線は塩浴炉中にて焼鈍され水洗・乾燥後、太物用伸線機によって ϕ 6.5mmまで伸線される。ここで水素雰囲気炉で焼鈍された線材は、酸洗後、連続伸線機で1.4mmに引き落される。（但し ϕ 1.4 mmまでの製品寸法品については単頭伸線機で伸線され最終焼鈍を受け製品となる。） ϕ 1.4mmで再度水素雰囲気炉で焼鈍され、更に酸洗された線材は単頭伸線機，細物連続伸線機及び極細用連続伸線機によって最終製品寸法まで伸線される。伸線終了材は、最終熱処理を施され、品質検査課にて各種品質検査される。各種品質検査に合格したものが製品として客先に輸送されている。

d) ニッケルクロムアルミ合金線

ニッケルクロムアルミ合金（カルマ型）は、計量・配合されたニッケル，クロム，アルミニウム，鉄は微量の添加元素と転回材とともに25kg真空溶解炉にて、約20kgのインゴットを1日4回溶解・鑄造している。インゴットは成分検査後、外削される。次いで熱間鍛造によってホットトップ切断後67mm角×L mmにされ、更に熱間圧延にて ϕ 8 mmの荒引線にされる。荒引線は焼鈍，酸洗後、横型単頭伸線機で ϕ 4.5mmまで伸線し、焼鈍及び酸洗を行ない6ダイス式連続伸線機で ϕ 1.8mmへ、これを焼鈍及び酸洗して5ダイス式連続伸線機で ϕ 1.0mmとする。更に焼鈍・酸洗した細物及び極細伸線機によって最小寸法 ϕ 0.020mmまでの各寸法に仕上げられる。

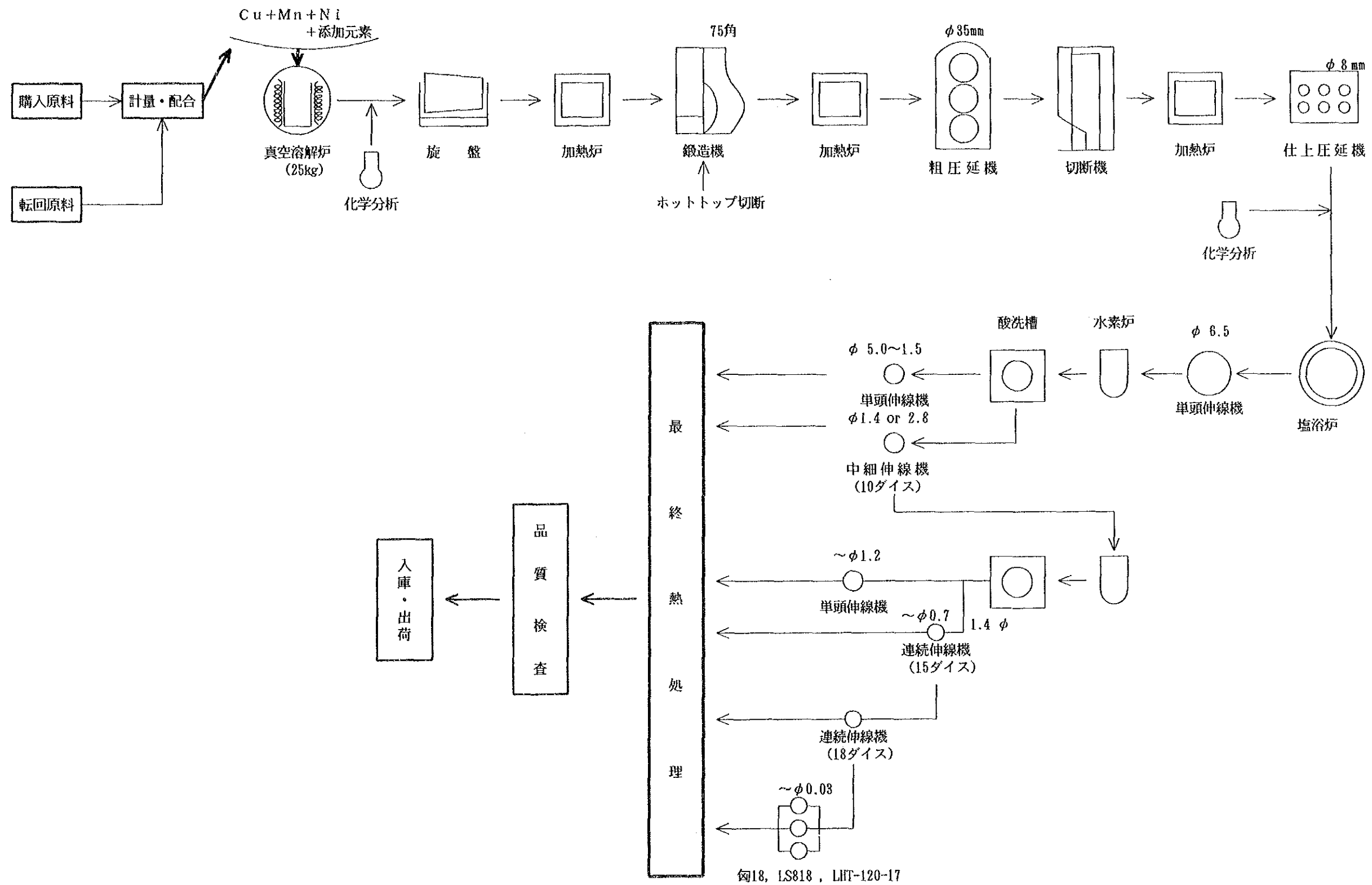


図2. 1. 2-1 精密抵抗用銅マンガ合金 (マンガニン) 線工程フローシート

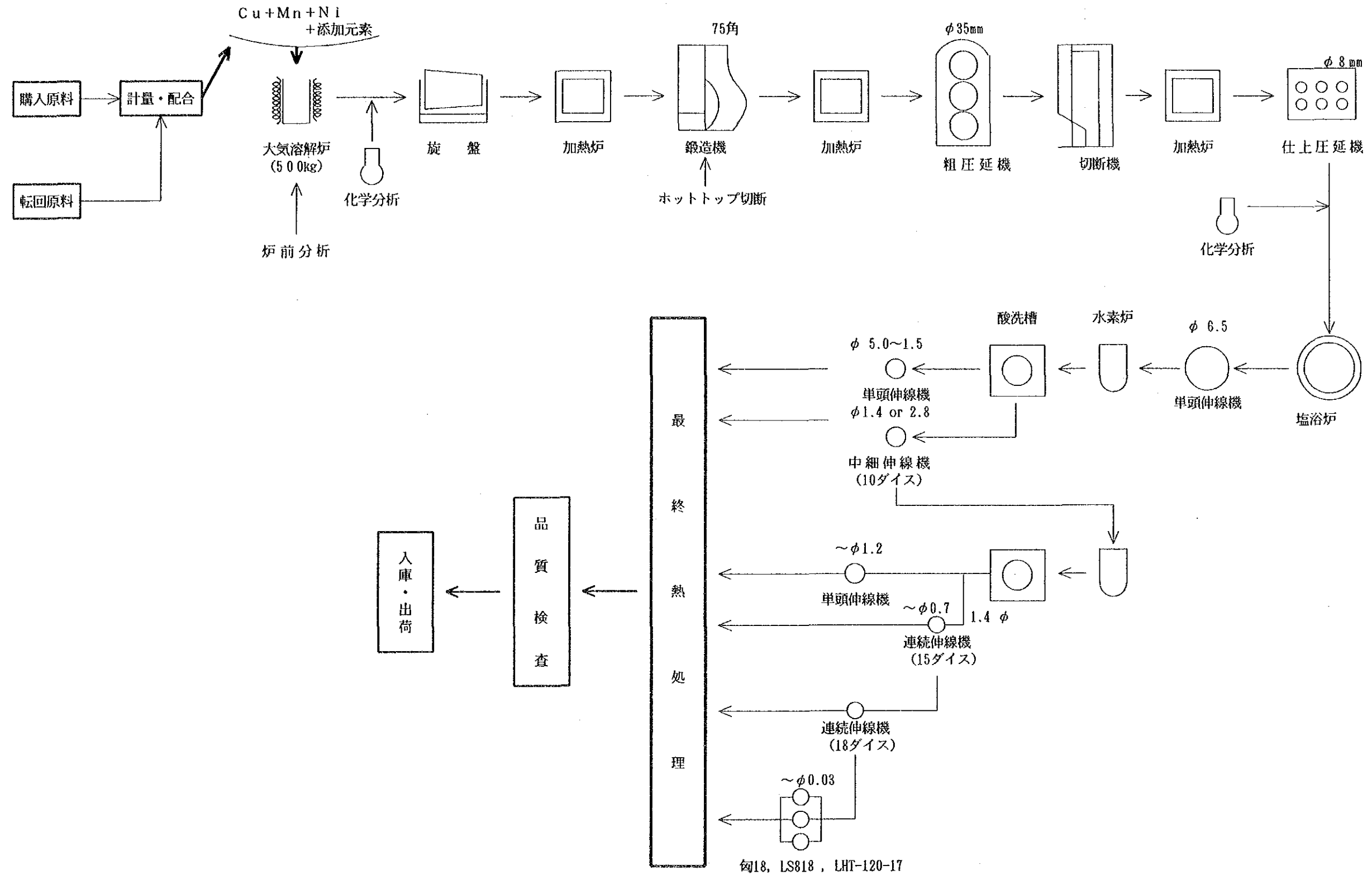


図2. 1. 2-2 一般抵抗用銅マンガン合金 (マンガニン) 線工程フローシート

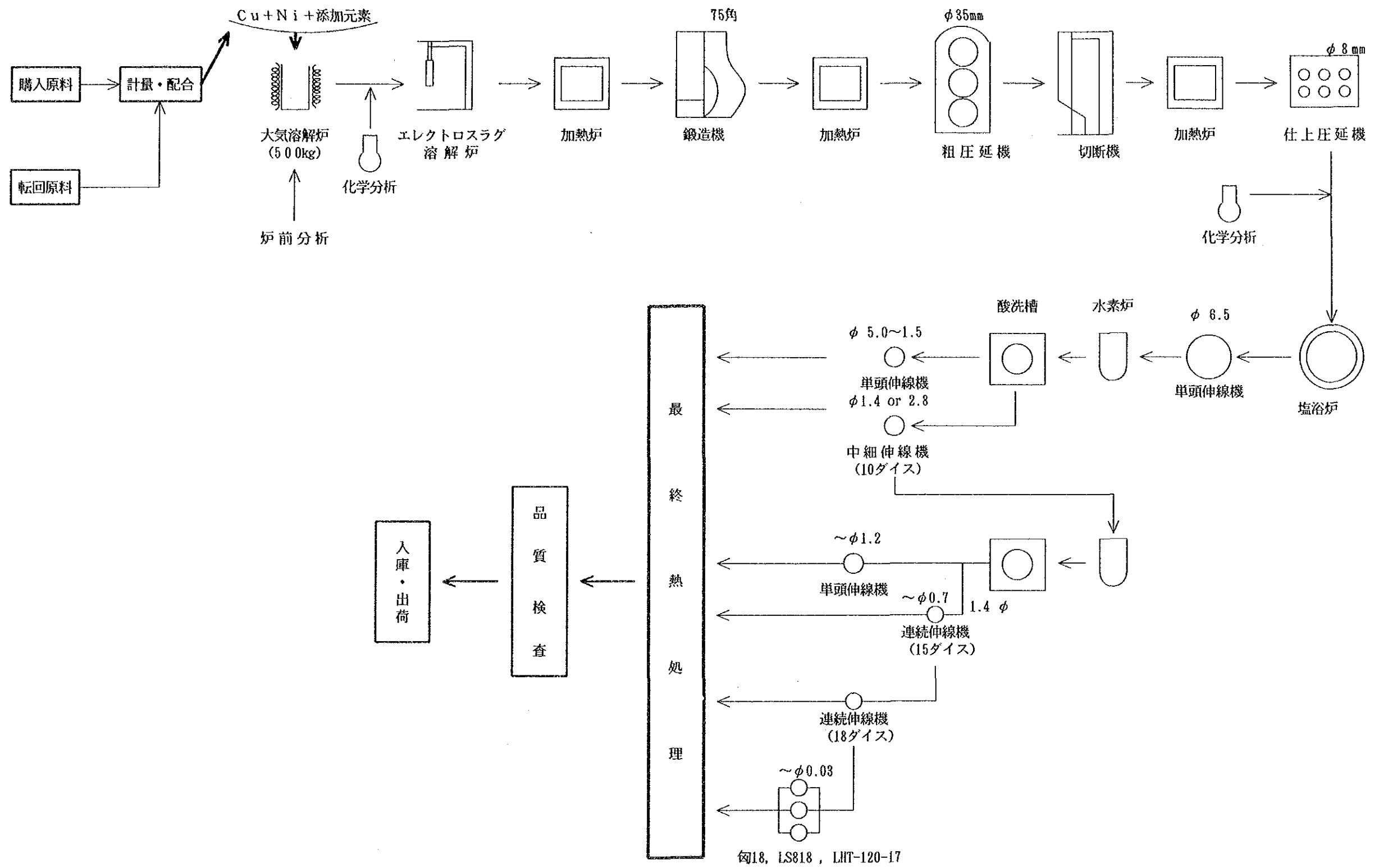


図2. 1. 2-3 抵抗用銅ニッケル合金 (コンスタンタン線) 工程フローシート

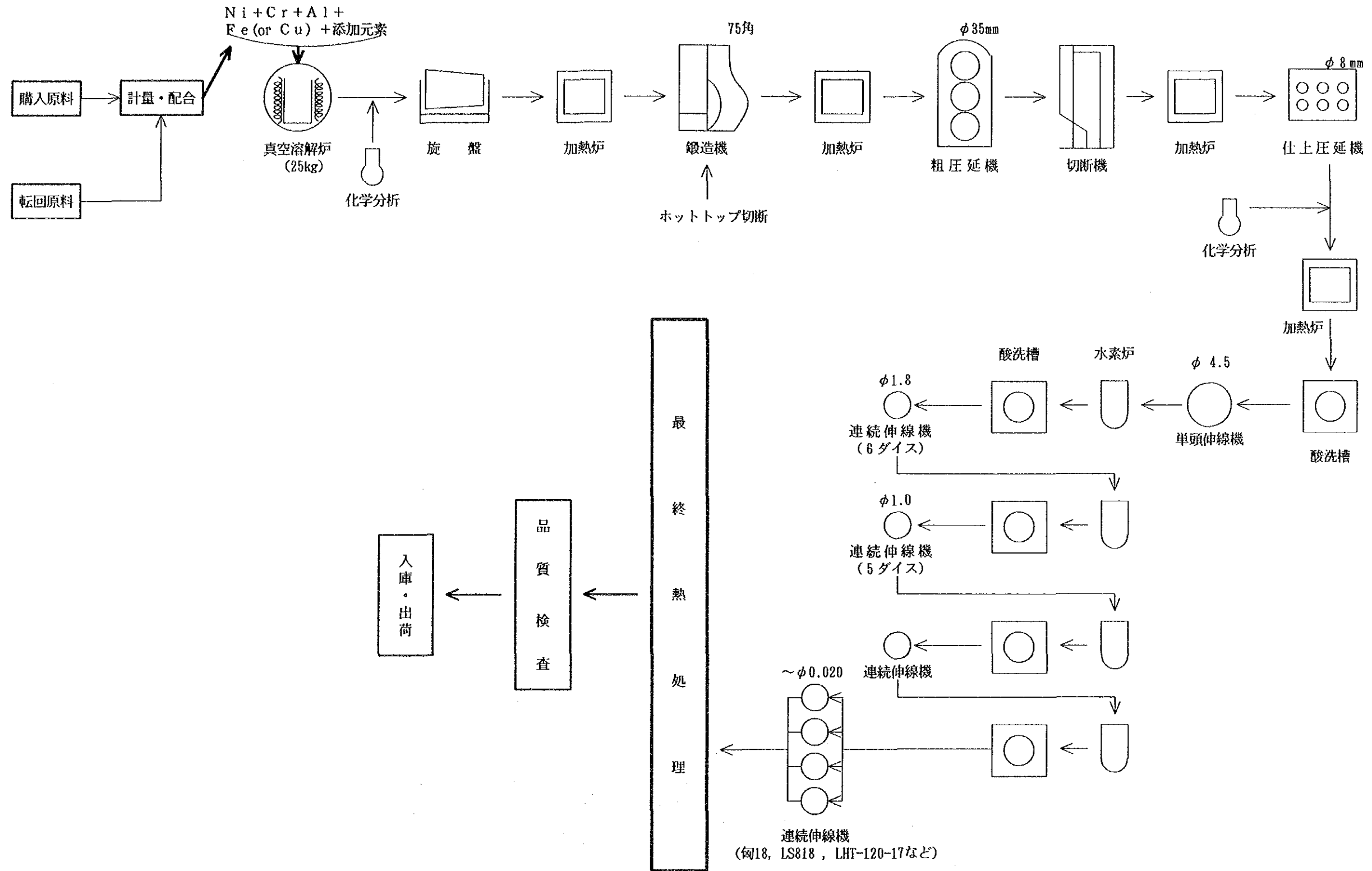
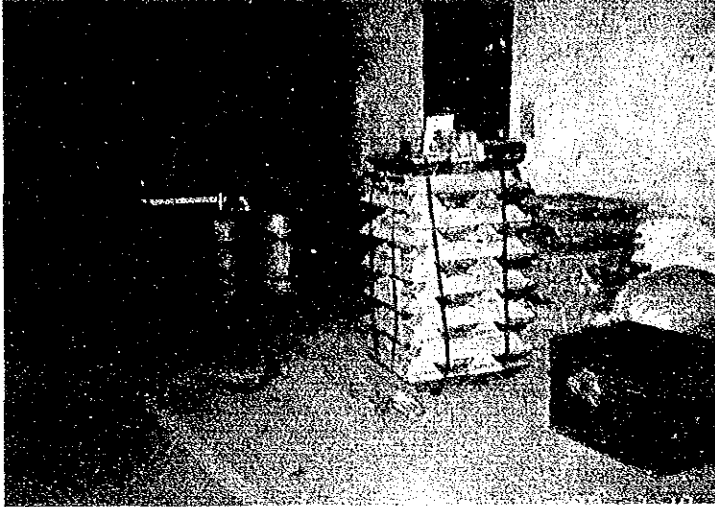


図2. 1. 2-4 抵抗用ニッケルクロムアルミ合金（カルマ）線工程フローシート



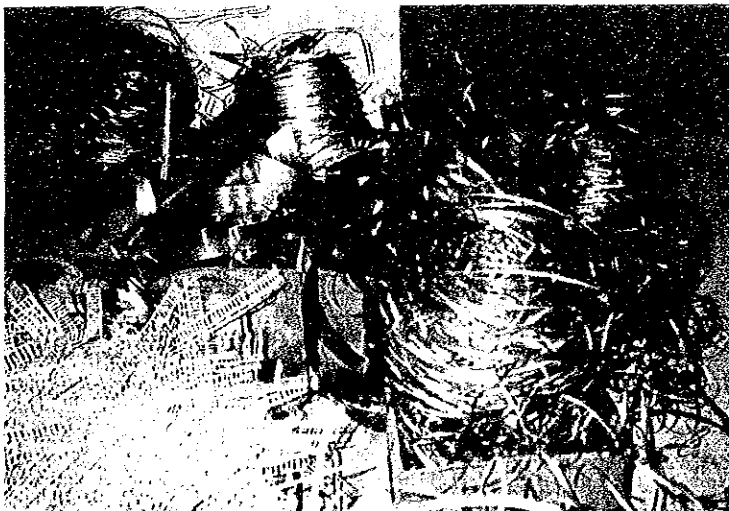
原材料保管状態

(1)



原材料保管状態

(2)



購入転回材
保管状態



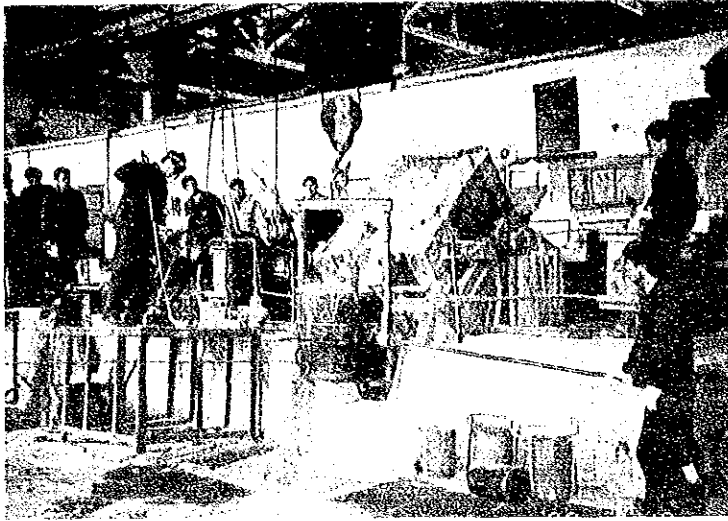
転回材保管状態



原材料配合表



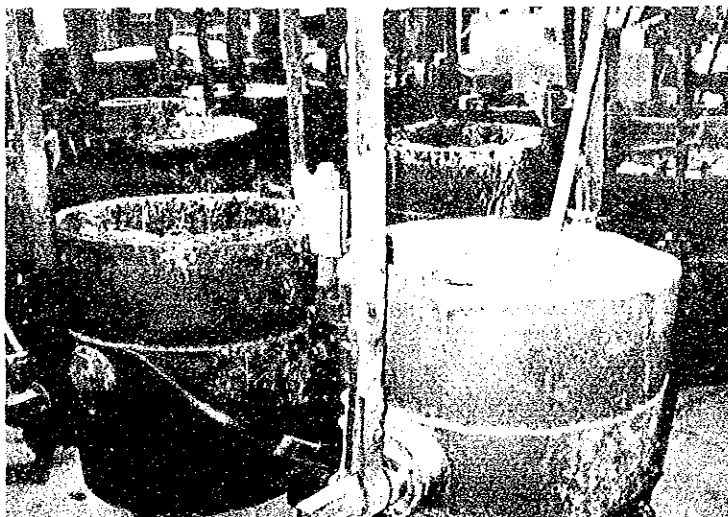
原材料配合・計量状態



大気溶解設備全景
及び作業状態



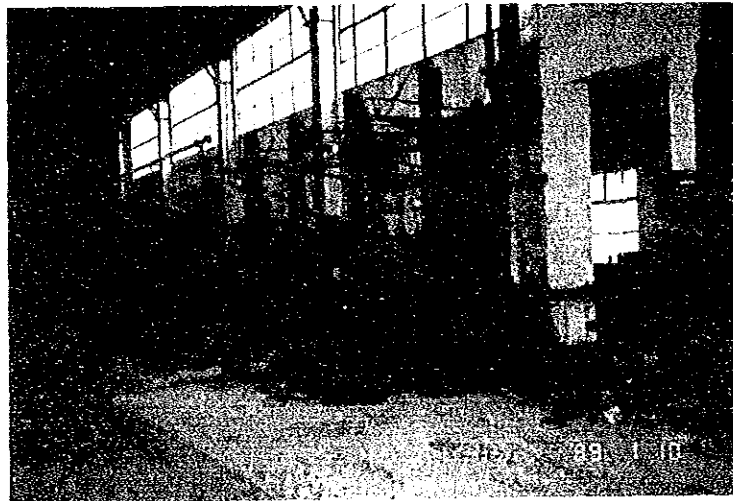
大気溶解炉 炉体



大気溶解溶湯取り鍋



500kg大気溶解
鑄造作業



エレクトロスラグ
溶解設備



50kg真空溶解設備