

気液二相流の応用例

気液二相流の流動と伝熱

実際の機器に応用されている場合が多い

ボイラー、原子炉

エアコン、電子機器の冷却

環境伝熱、資源、土木工事

ロケット、天然ガス気化

流動の形態としては

管内、管外

沸騰、凝縮、二成分二相流

自由噴流 等

ボイラー

気液二相流の応用として最も基本的

水管ボイラー、煙管ボイラー

自然循環、強制循環、貫流

自然循環ではボイド率が流動の駆動力

気液二相流の圧力損失が、流動条件を決める最も重要なパラメータ

高熱負荷ボイラーでは限界熱流束が重要な設計パラメータ

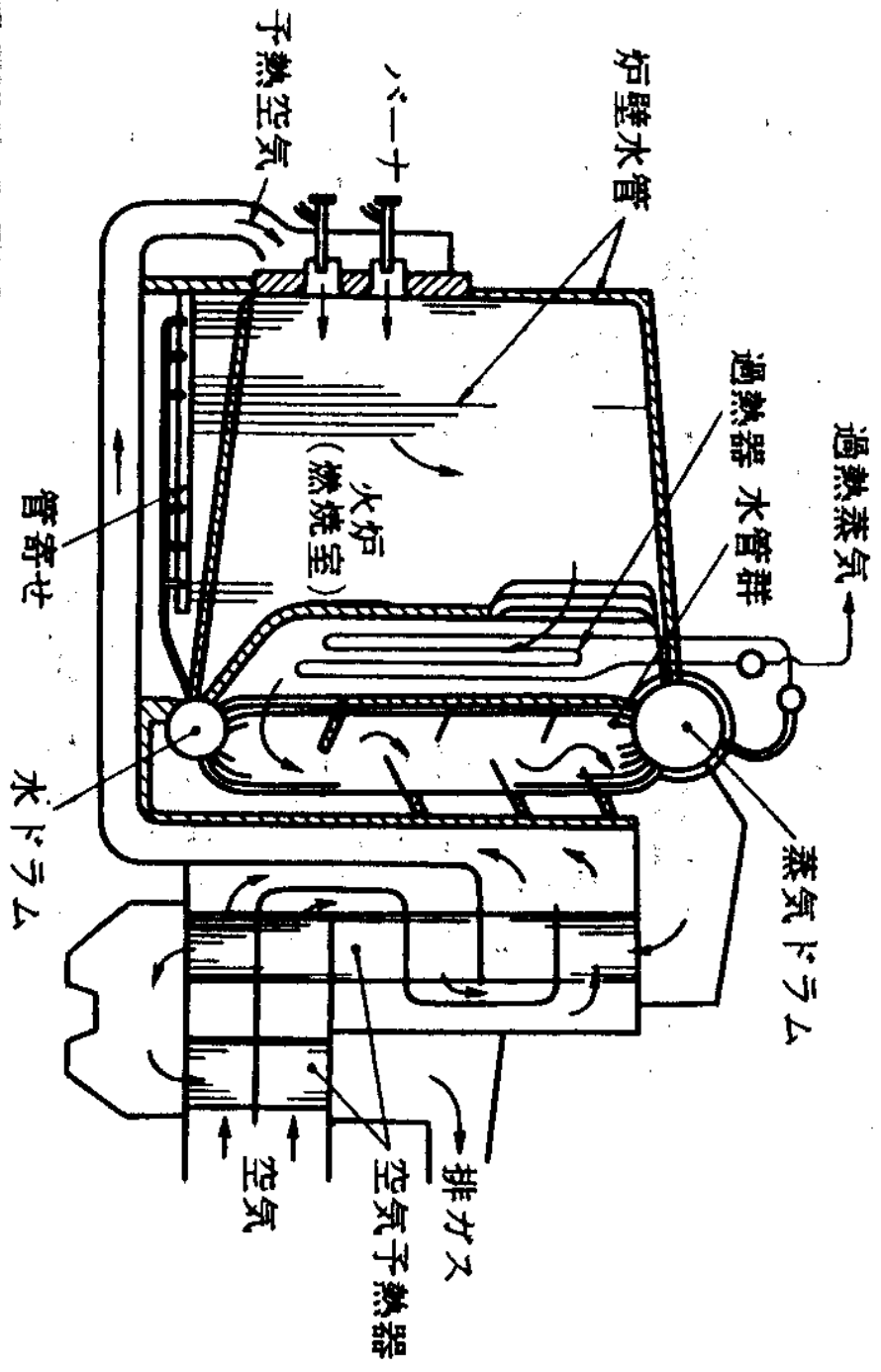


図 1 水管ボイラ (自然循環式)

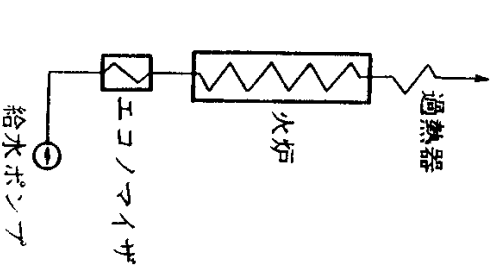
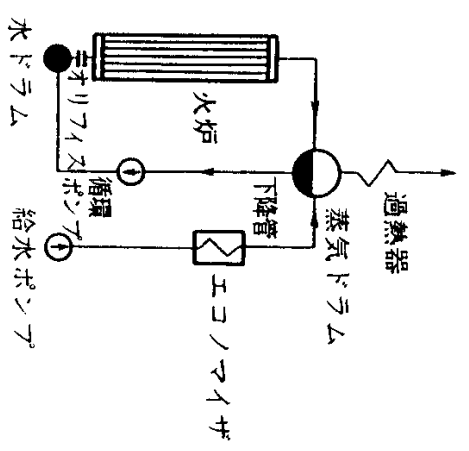
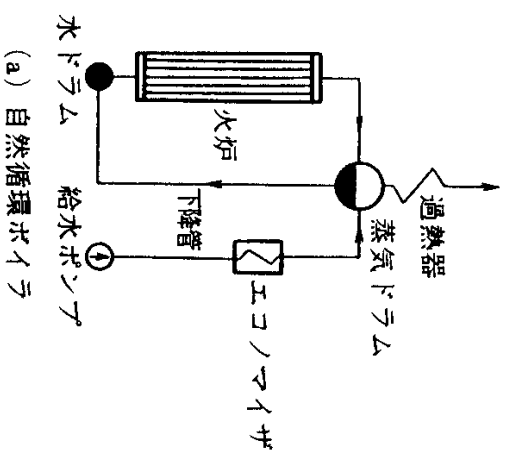


図 2 水管ボイラの水循環方式

(1) 昭和鉄工所 MP 800 形ボイラ

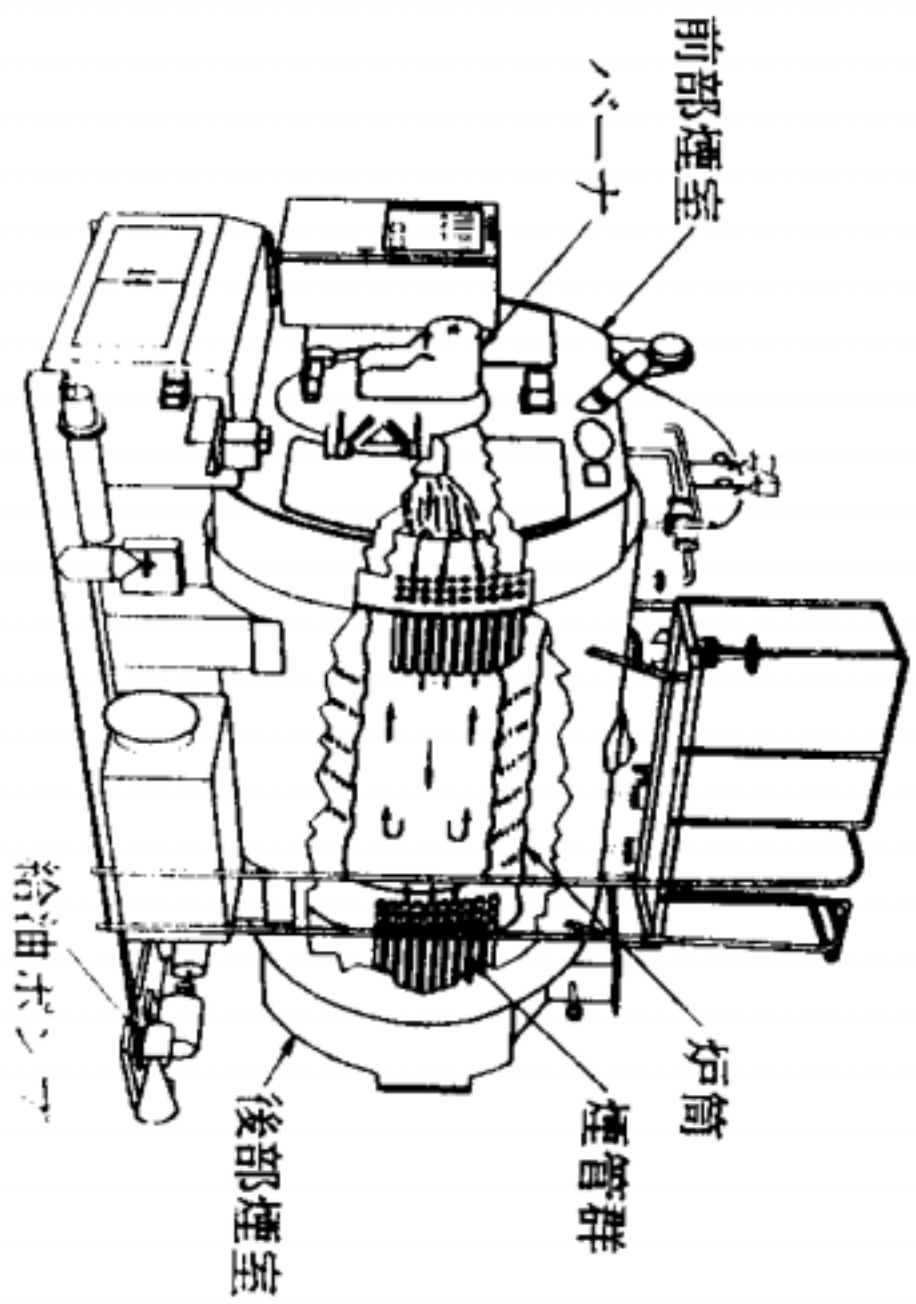


図 3 予熱煙管ボイラ

原子炉

一種のボイラーと見なせる

沸騰水型原子炉 (BWR)

直接水を沸騰させ発電機を回す

7MPa、燃料集合体中で気液二相流

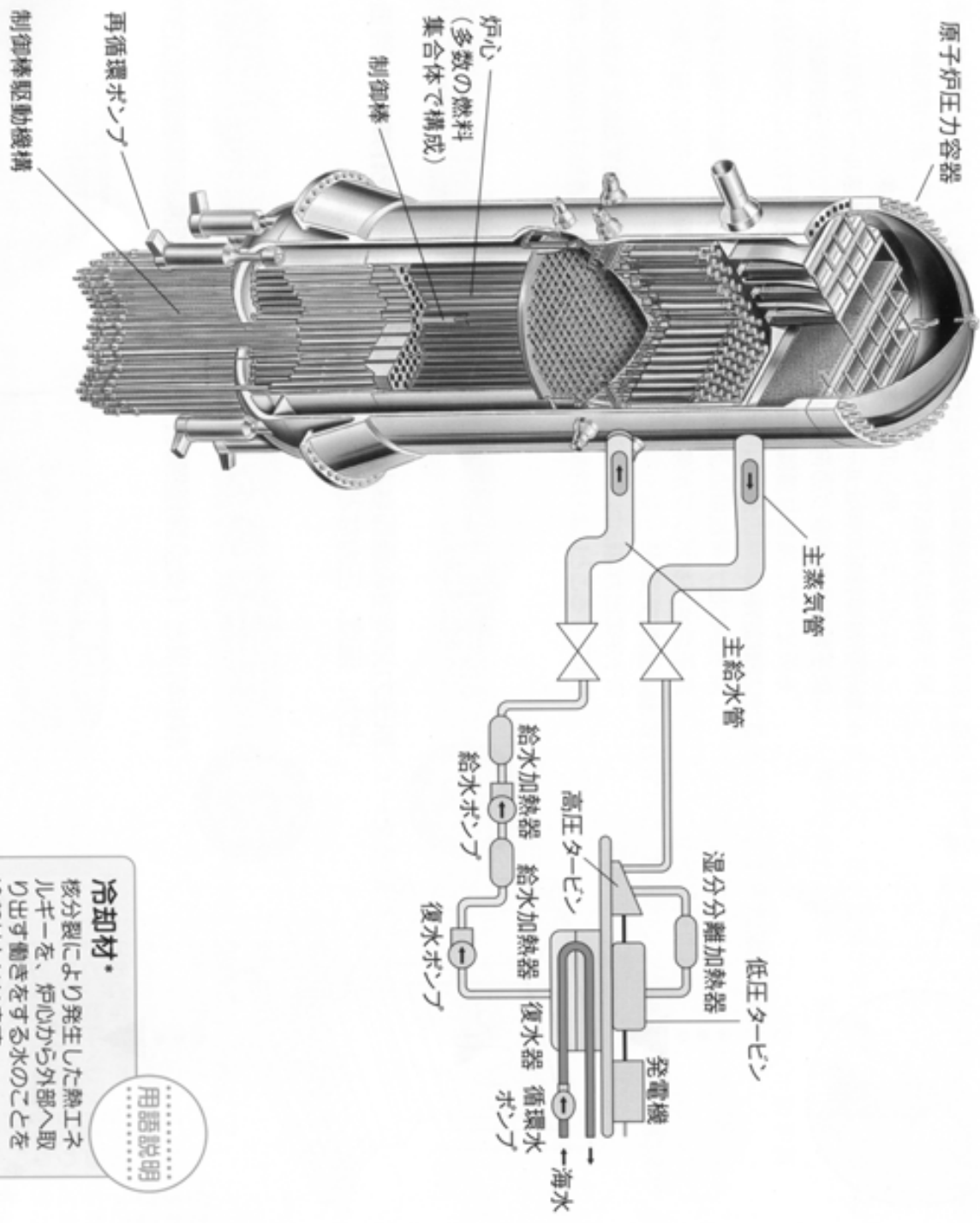
加圧水型原子炉 (PWR)

蒸気発生器で蒸気を作る

管外沸騰二相流

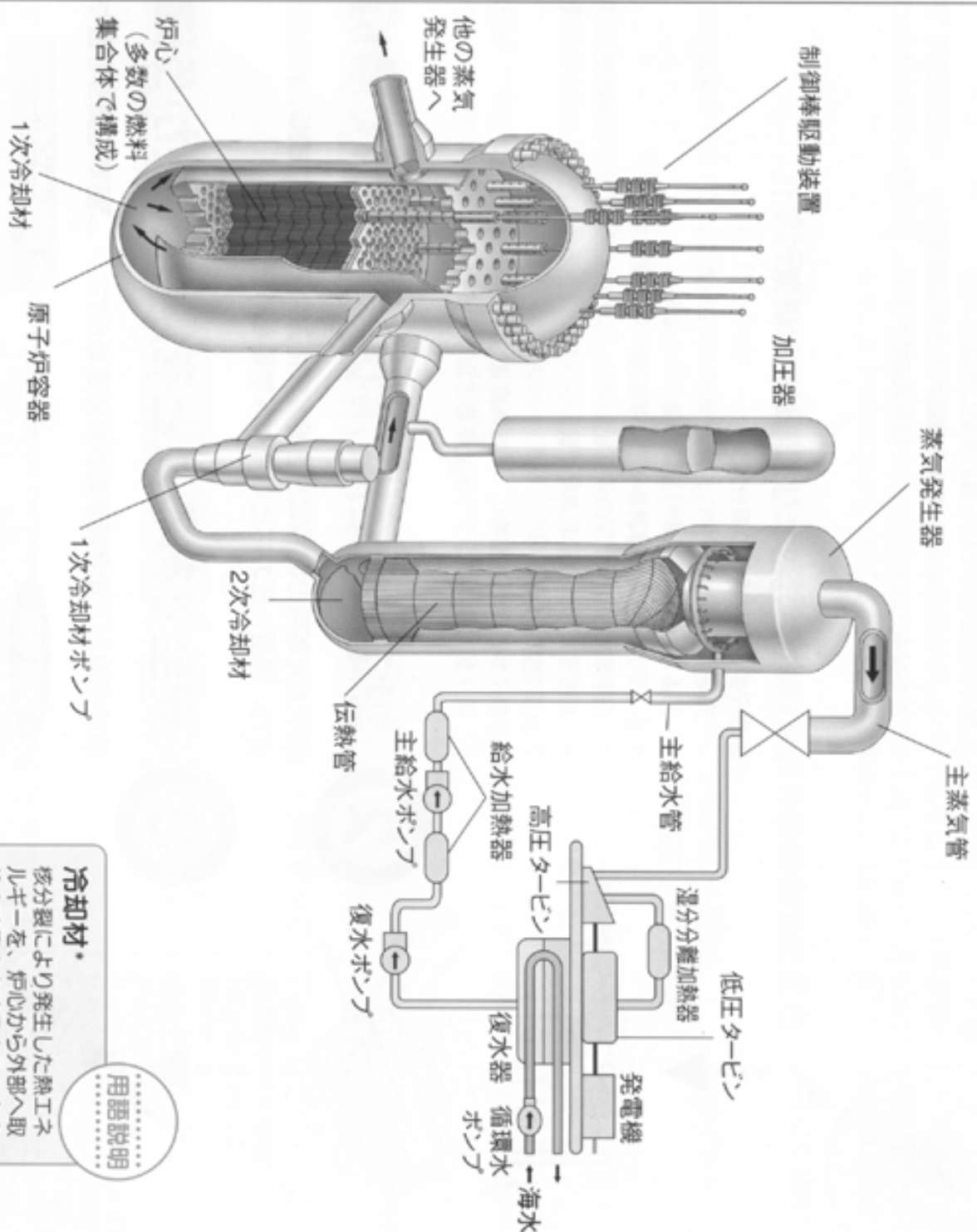
14MPa

限界熱流束、気液二相流の挙動は、設計、
事故時の安全対策に重要



.....用語説明.....

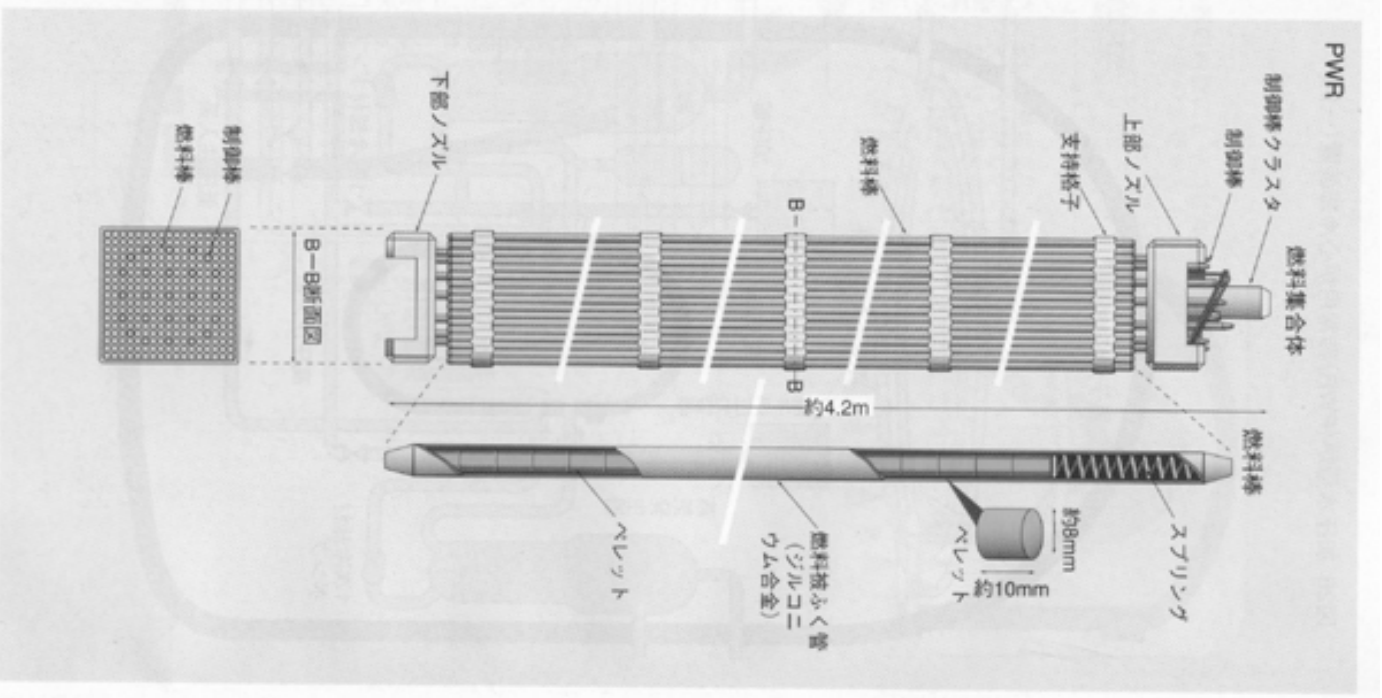
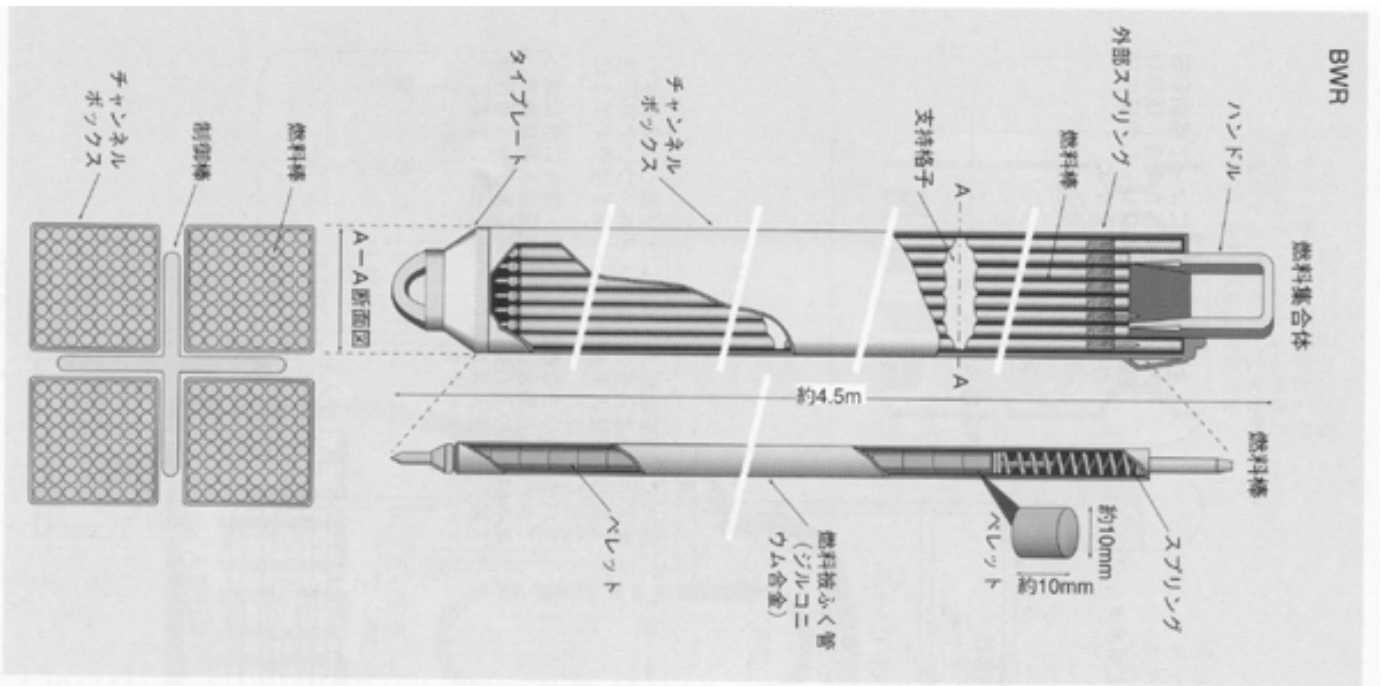
冷却材
核分裂により発生した熱エネルギーを、炉心から外部へ取り出す働きをする水を冷却材といいます。



冷却材・

用語説明

核分裂により発生した熱エネルギーを、炉心から外部へ取り出す働きをする水を冷却材といいます。



復水器

発電ボイラや原子炉では発生した蒸気で蒸気タービンを回したのちそれを凝縮させて水にして、再びボイラー原子炉に給水する。

大規模な凝縮装置(復水器)が必要

海水、空冷(クーリングタワー)により凝縮させる。

管外凝縮

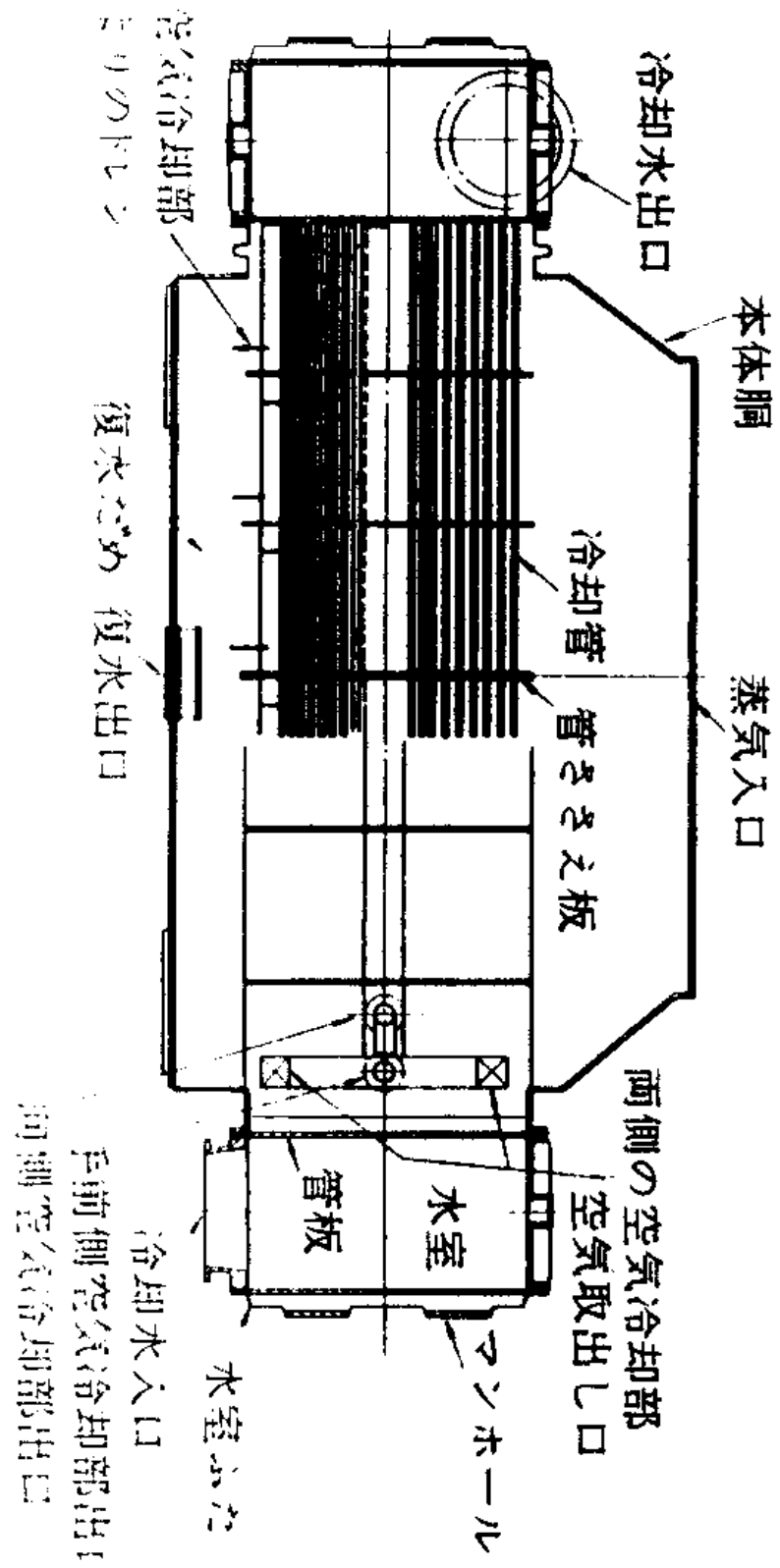


図 186 復水器の構造

天然ガス気化装置

大量の液化天然ガスをタンカーで輸送

液化ガスを気化して供給

オープンラック蒸発器 (ORV)

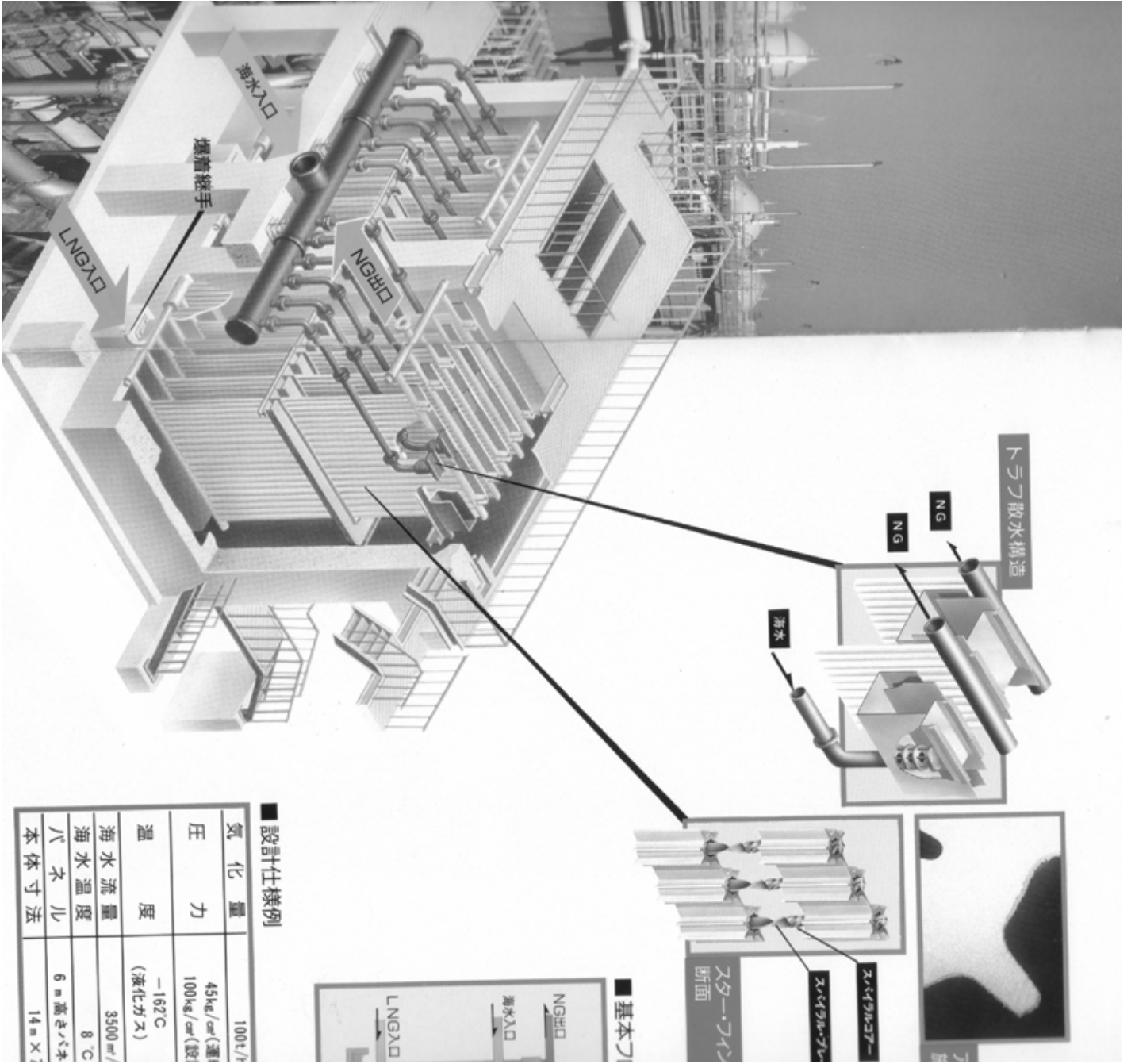
海水を用いて気化する。通常の負荷に対応

サブマージド燃焼蒸発器 (SMV)

燃料ガスを水中で燃焼させその熱で気化。

急速な負荷の上昇に対応。

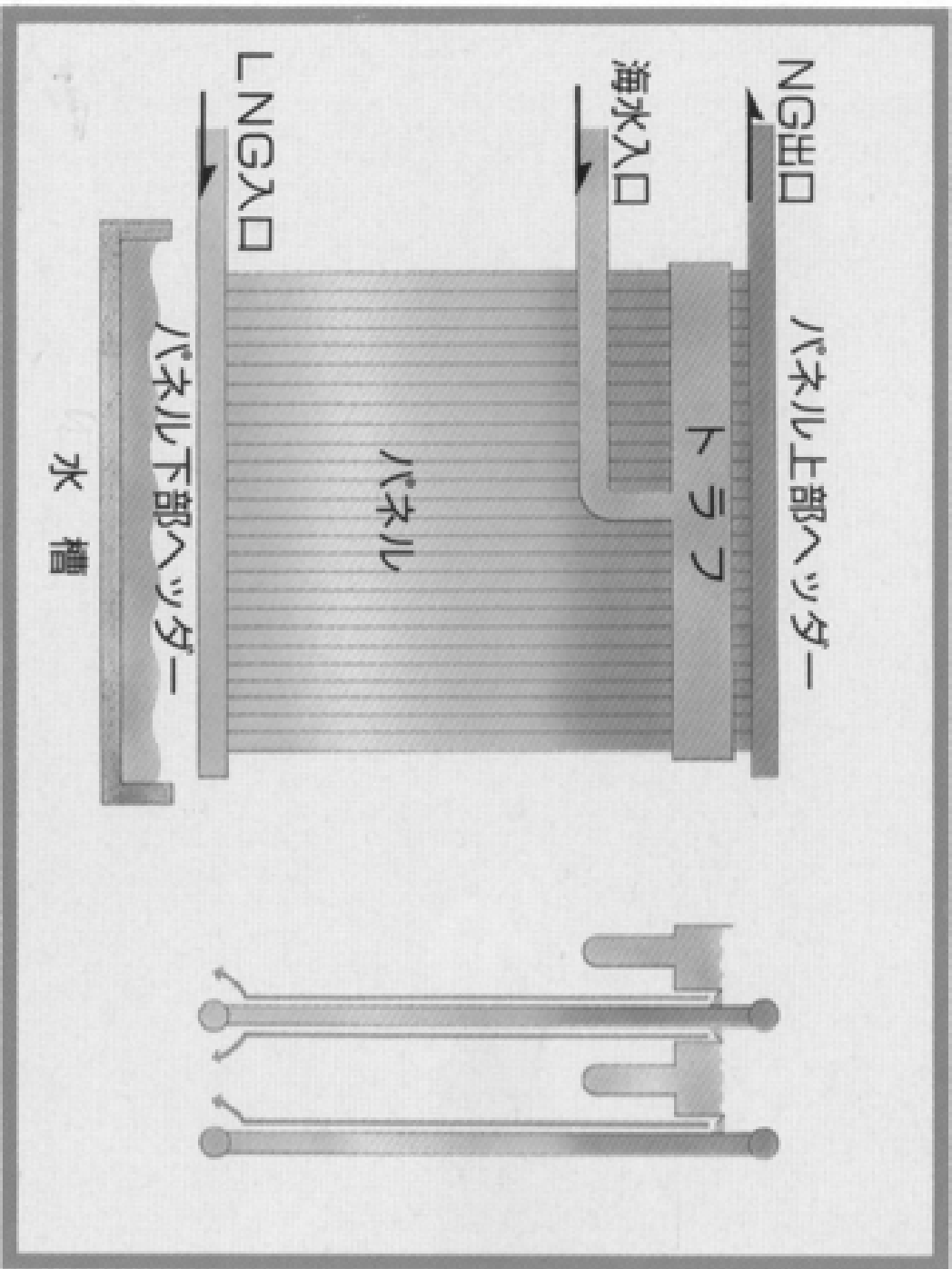
管内、管外の沸騰二相流、海水の凍結等複雑な二相流現象

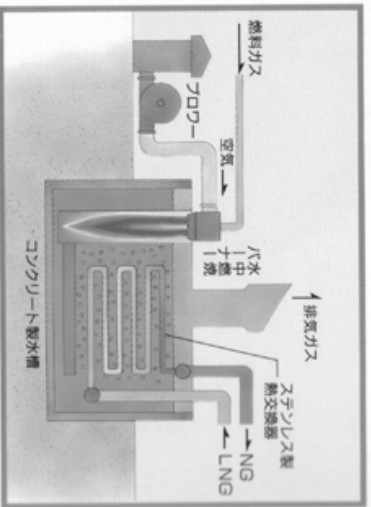
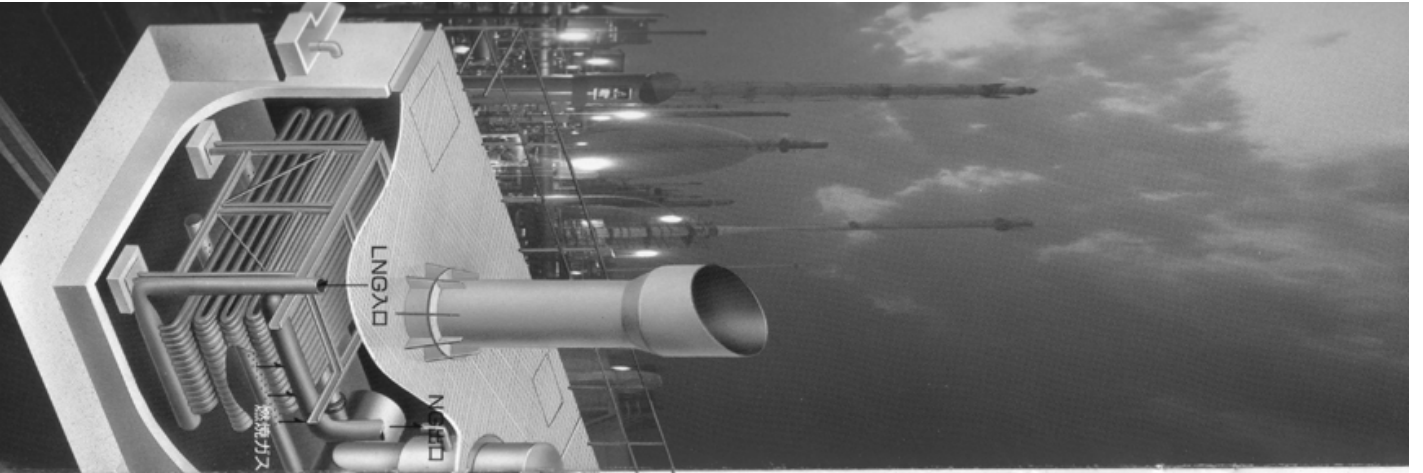


■ 設計仕様例

気化量	100t/h
圧力	45kg/cm ² (運) 100kg/cm ² (設)
温度	-162℃ (液化ガス)
海水流量	3500 m ³ /h
海水温度	8℃
パイプ径	6m高さパイプ
本体寸法	14m X

■基本フロー





■設計仕様例

気化量	
圧力	11
温度	(沸)
バース	20
バース温度	
プロセッサー	26000
バース寸法	

ヒートパイプ

密閉したパイプの中に液体と蒸気を封入

高温側で液体が蒸発

低温側で液体が凝縮

潜熱輸送のために大きな熱輸送が可能

見かけ上銅の数十倍から数百倍の熱伝導率

凝縮した液体は、ウィック(金網)内を表面張力で流れるか、重力により高温部に戻る。

電子機器(PC)の冷却、人工衛星の冷却

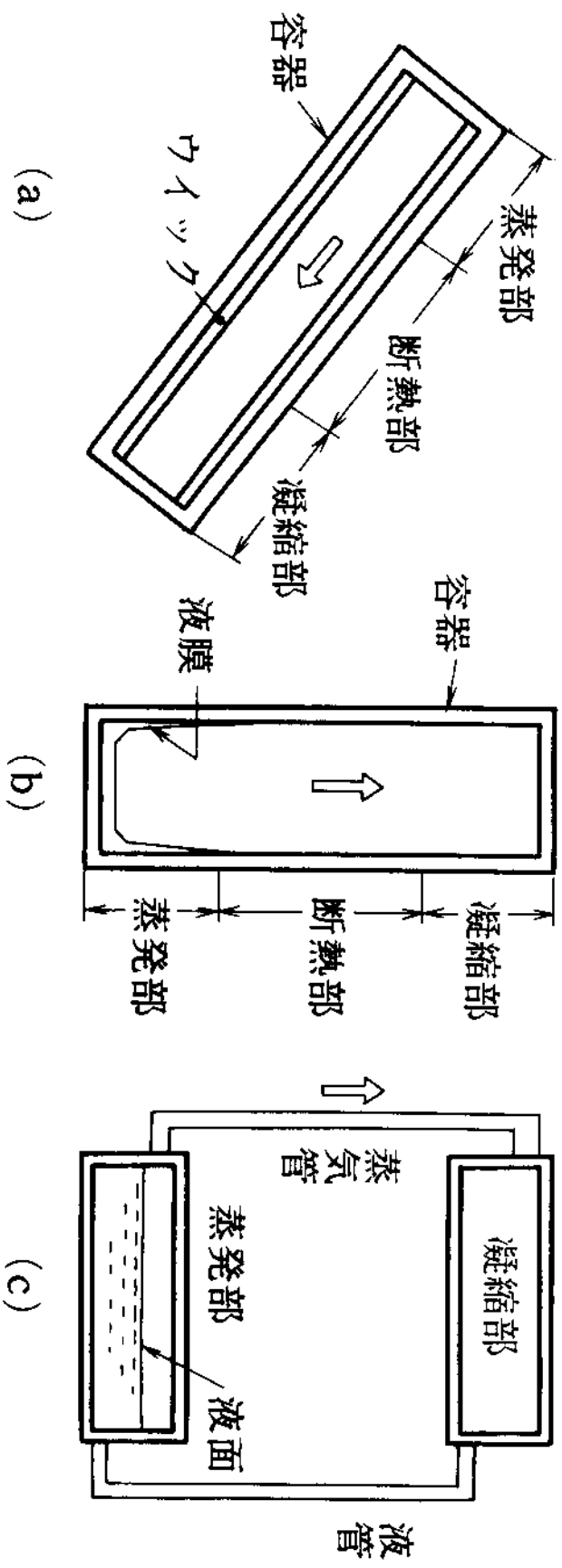
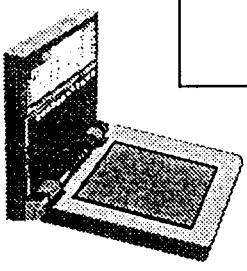
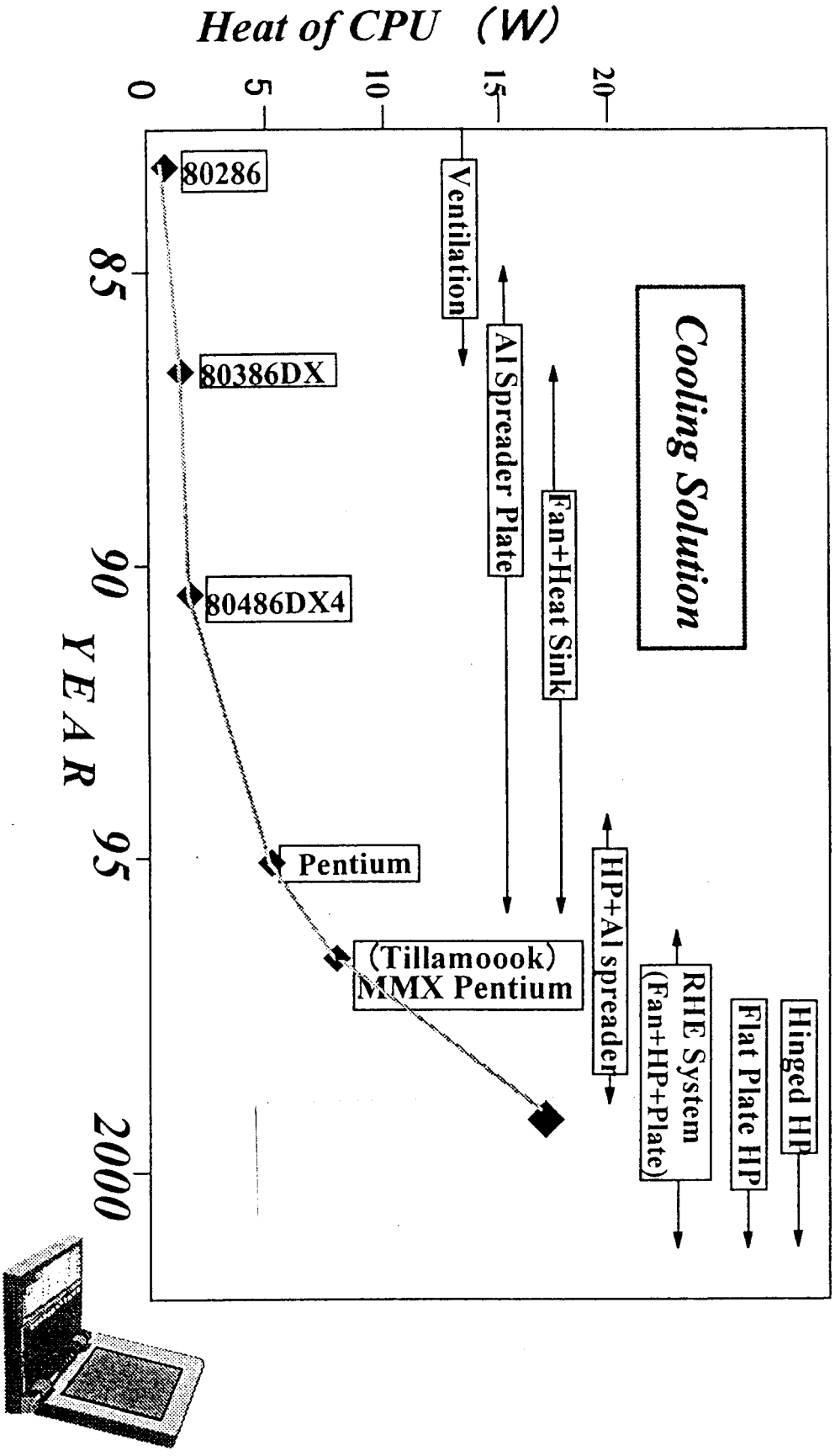
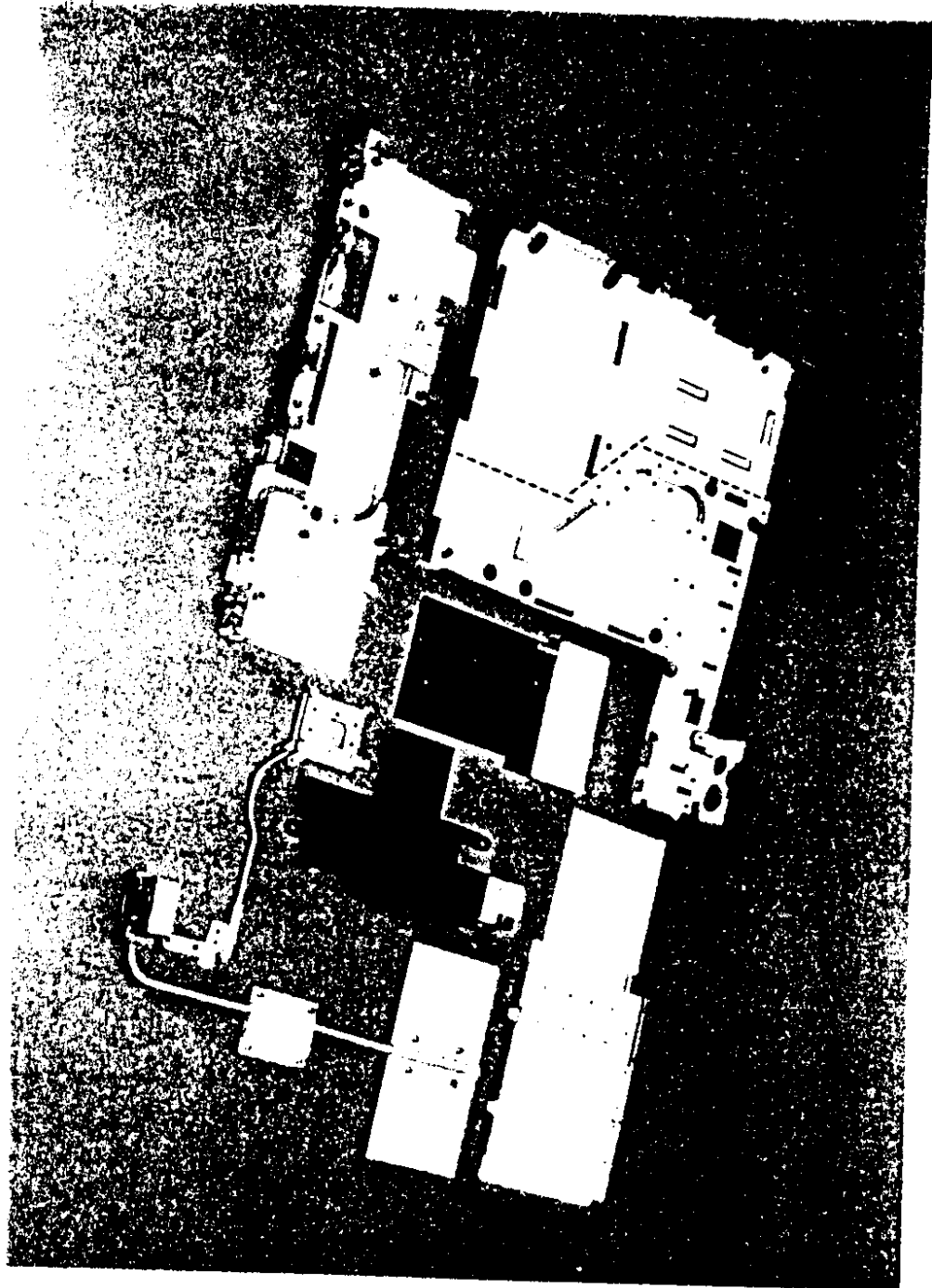


図1 ヒートパイプの代表例 (□蒸気流)

Cooling Technology Tendensy of Notebook PC





バブルジェットプリンター

非常に微細なパイプの中の沸騰、凝縮二相流

非常に少量で安定した液滴が得られる。

電子回路のエッチングの技術を応用して流路を作る。

微細管内の二相流は医療機器等に応用が広がっている

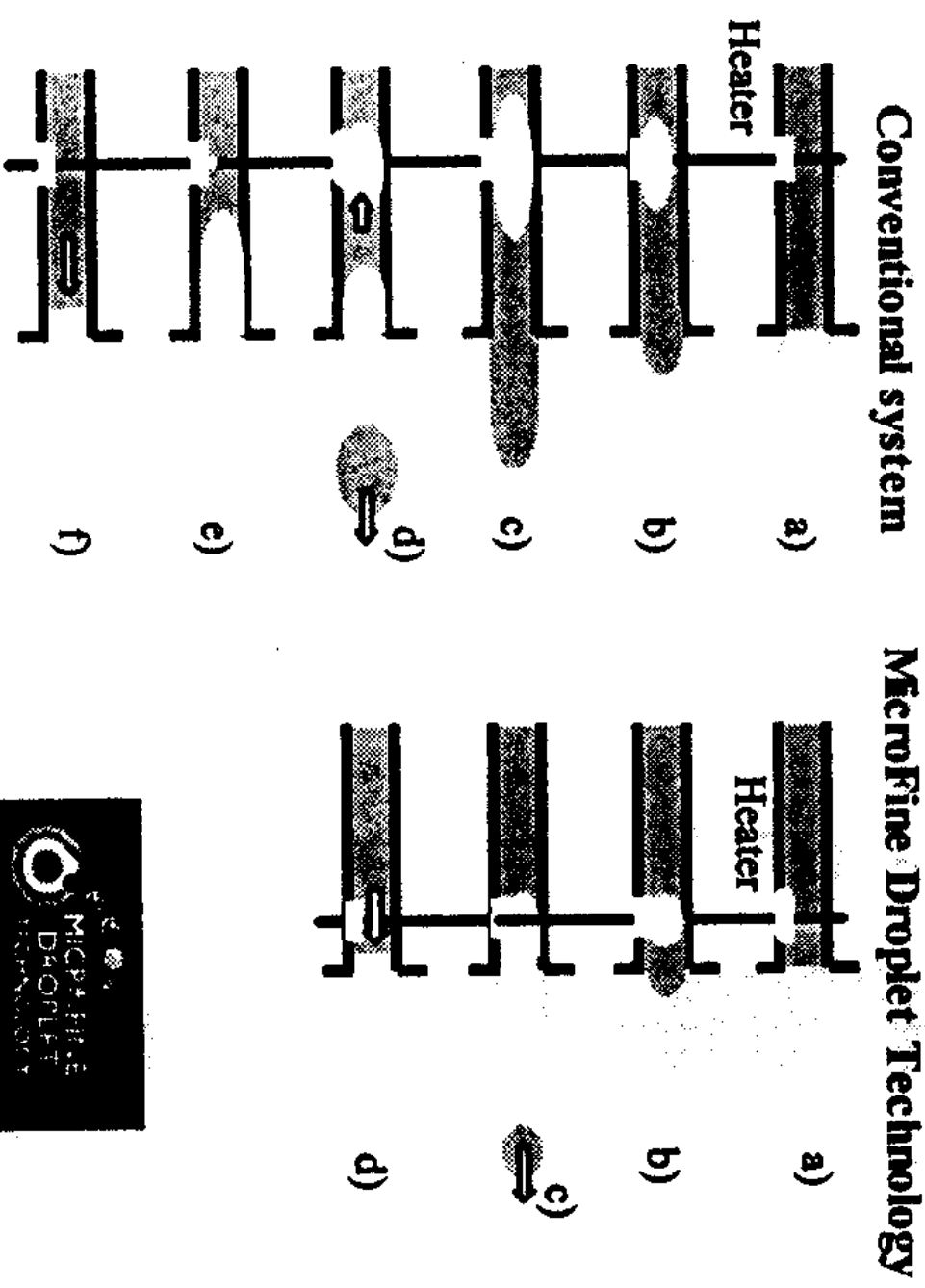


Figure 1 The difference between conventional and new droplet ejection system

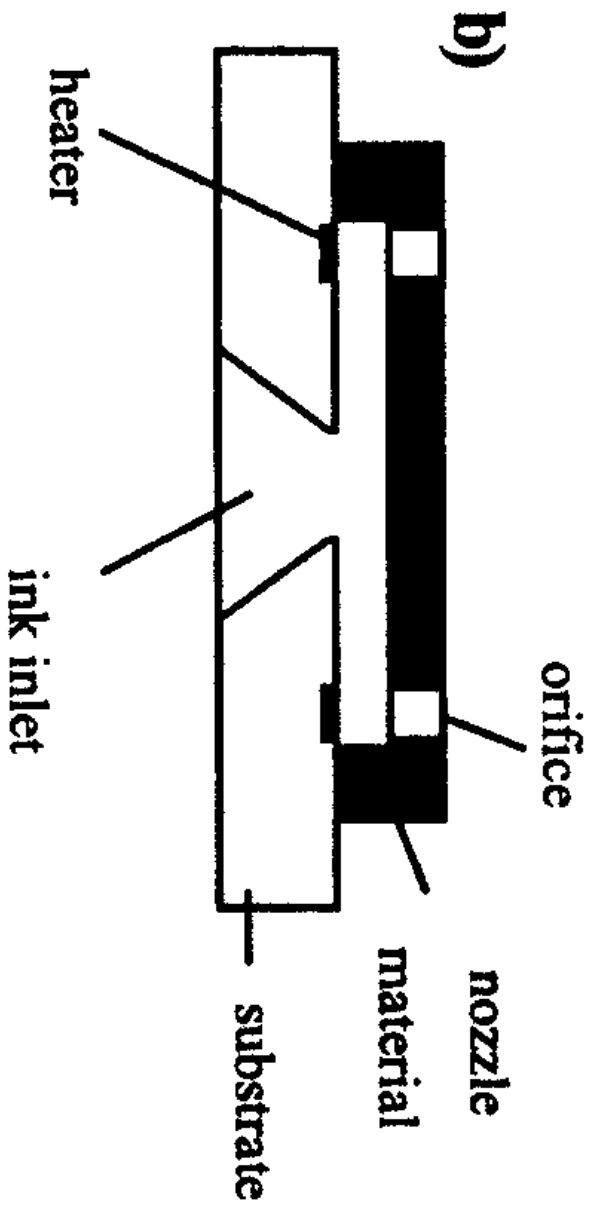


Figure 3 Bubble jet head cross section around the nozzle

エアコン(ヒートポンプ)

冷媒の沸騰、凝縮を利用した伝熱装置。

圧縮式

コンプレッサーを用いて冷媒を圧縮、凝縮させ、それを気化することにより、冷房あるいは暖房を行う。

吸収式

アンモニア、臭化リチウムなどを水に溶かし、加熱して濃度を変えることにより、冷房、暖房を行う

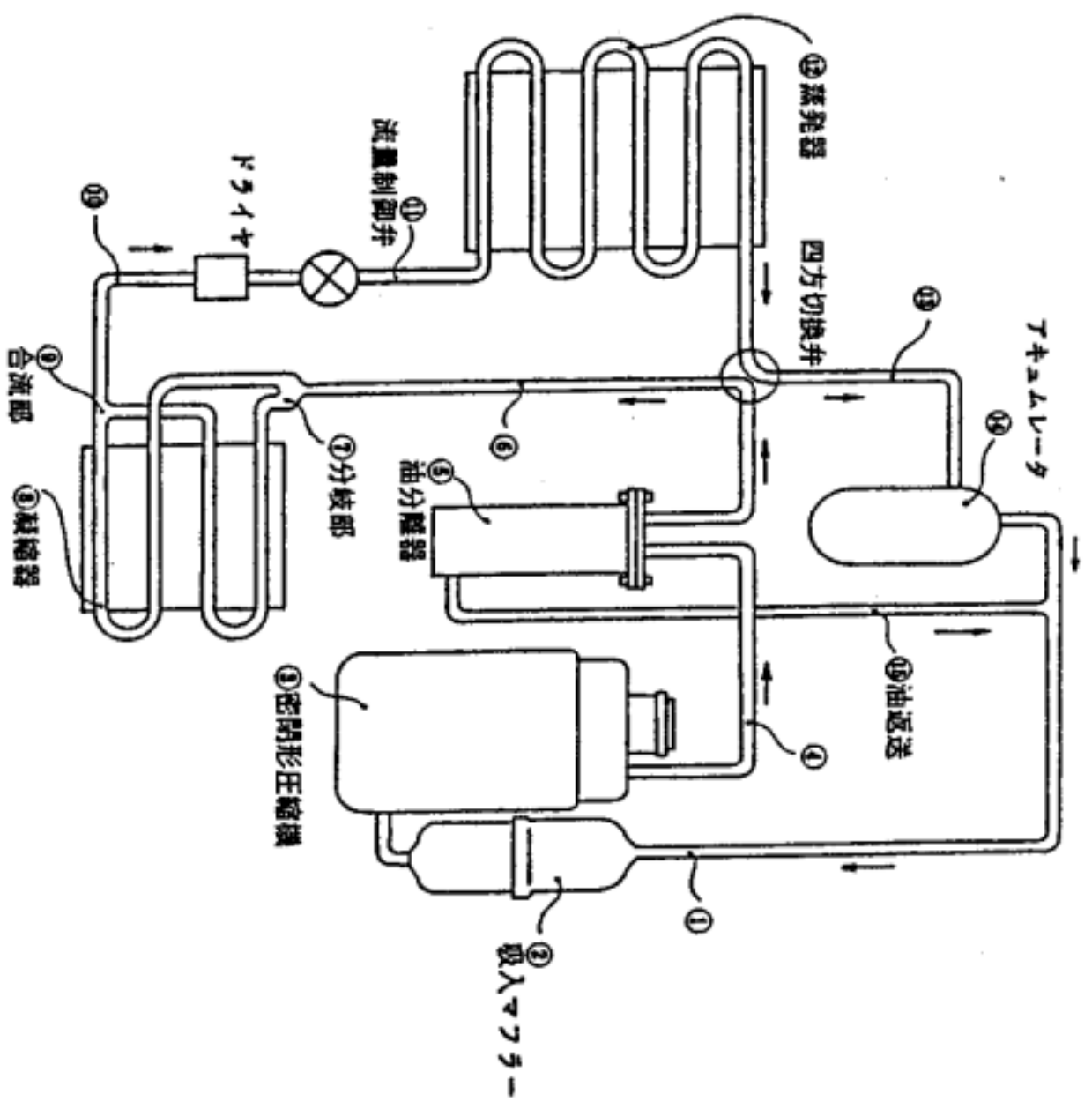


図 2. 1 ヒートポンプ冷媒回路の例

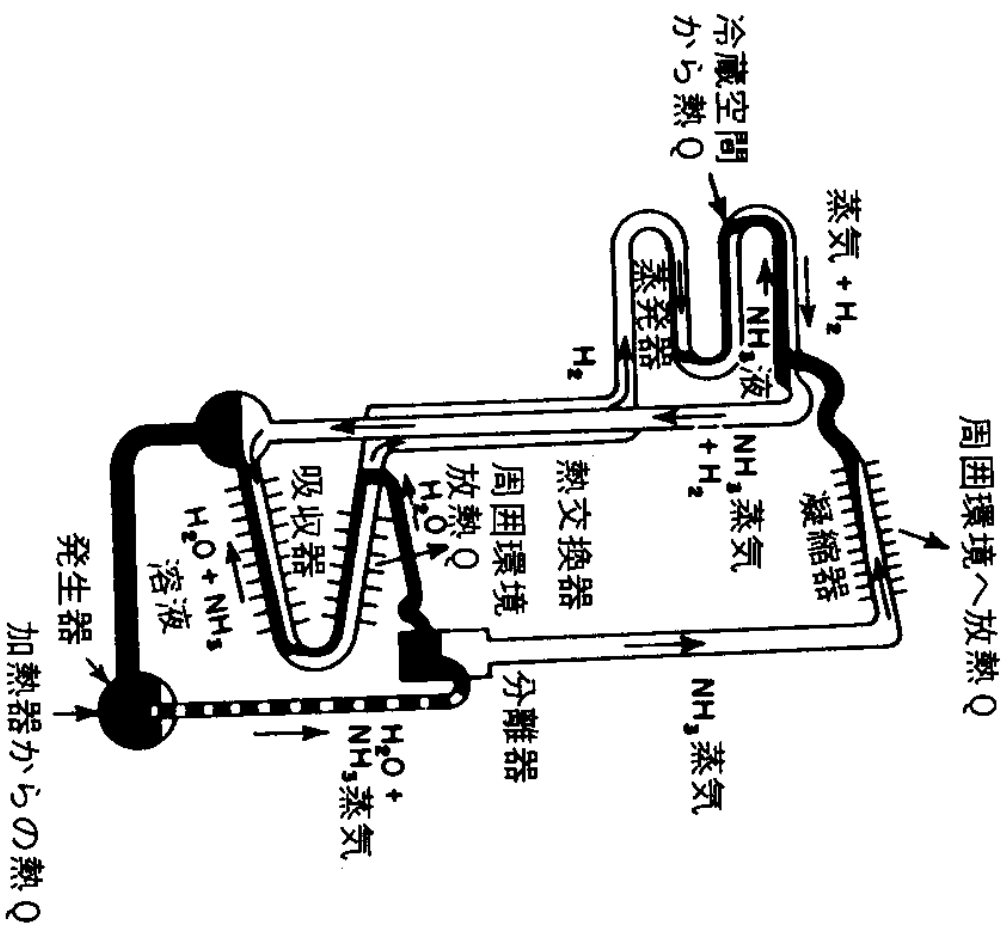


図2.16 “エレクトロラクス” サイクル

浚渫汚泥の輸送

湾内にたまった汚泥を除去

汚泥は非常に重く粘性が大きい非ニュートン
流体

特殊なポンプを用いても100m程度しか運
べない。

気液二相流、大量の空気流の中に汚泥を入
れ気液二相流とする。

長距離の輸送が可能となる

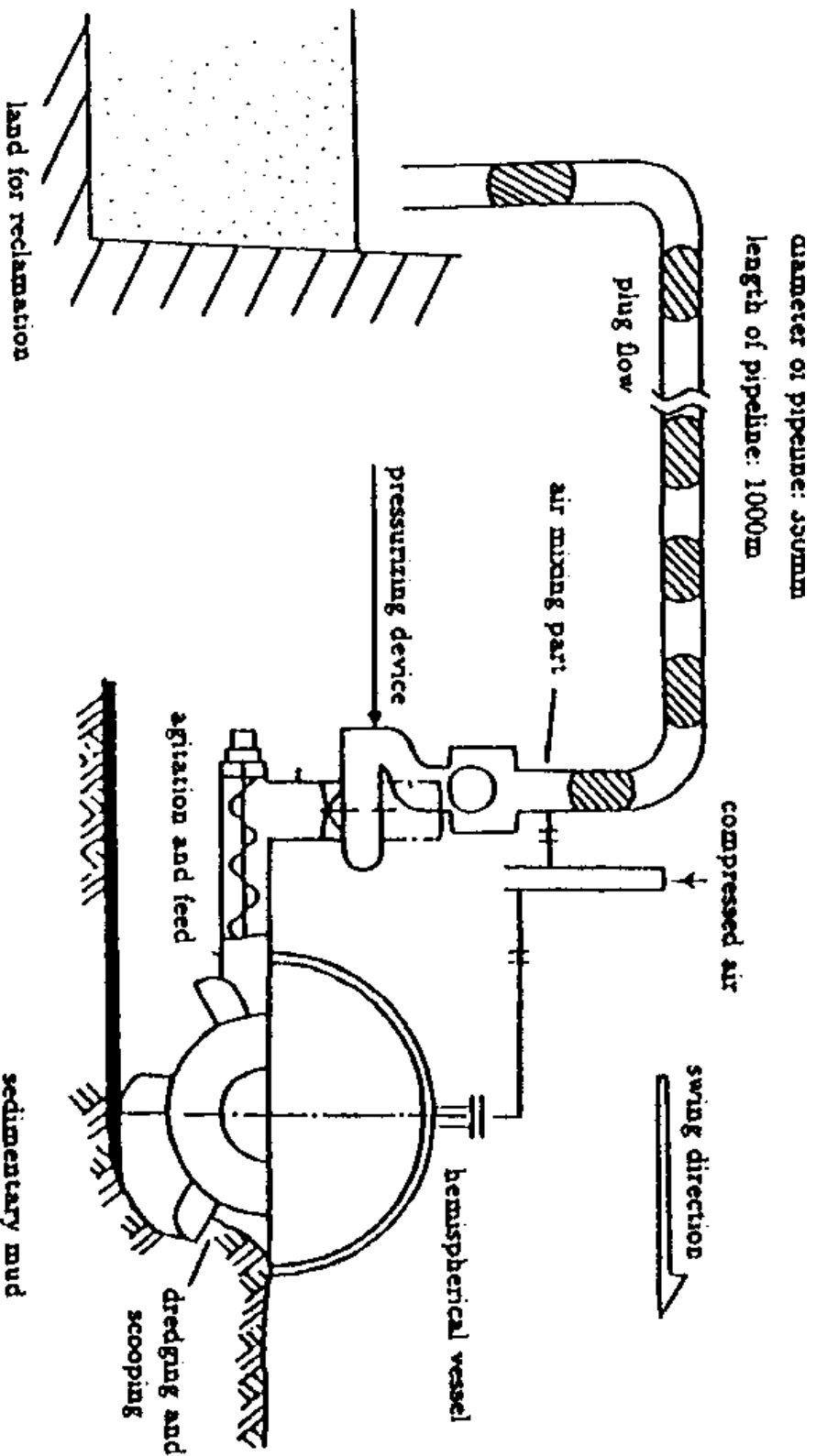


Fig.5 Novel conveyance system

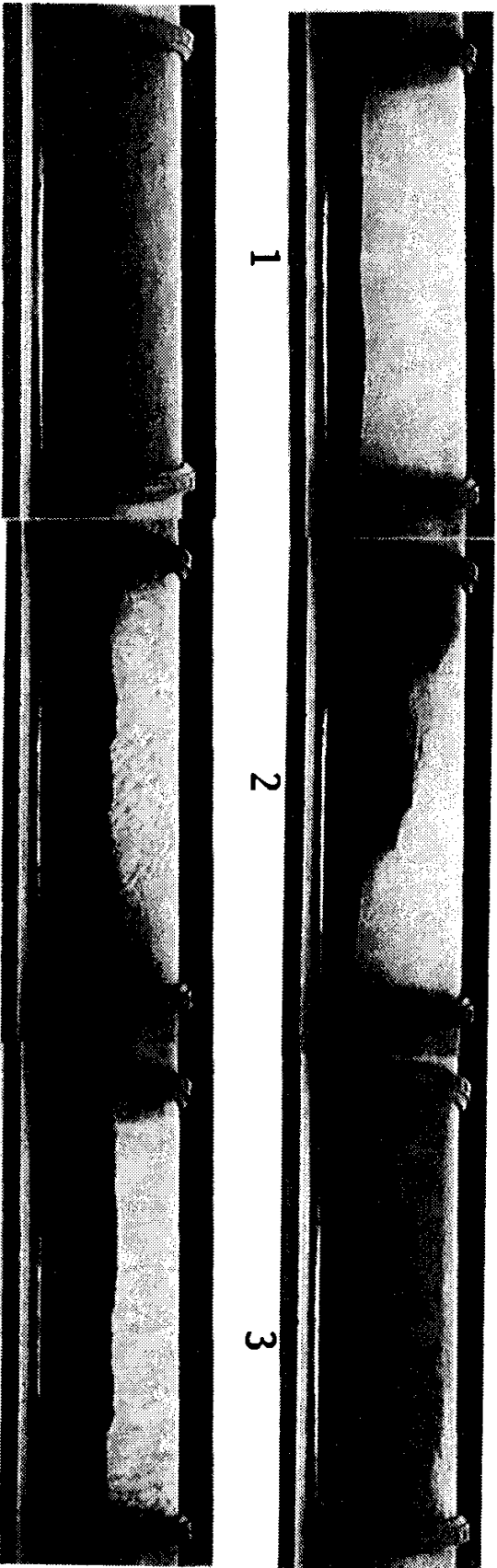


Fig.8 Visualization of slug flow

ウォータージェット

高圧にした液体をノズルから噴出させる。
液体の運動量により、様々な物体の切断に
用いられる

小規模(布や皮の加工)から大規模(土木工
事)用のものまで広く開発されている。

土木工事用、粉塵を出さないので環境に負
荷が少ない。

様々な形の自由噴流の気液二相流

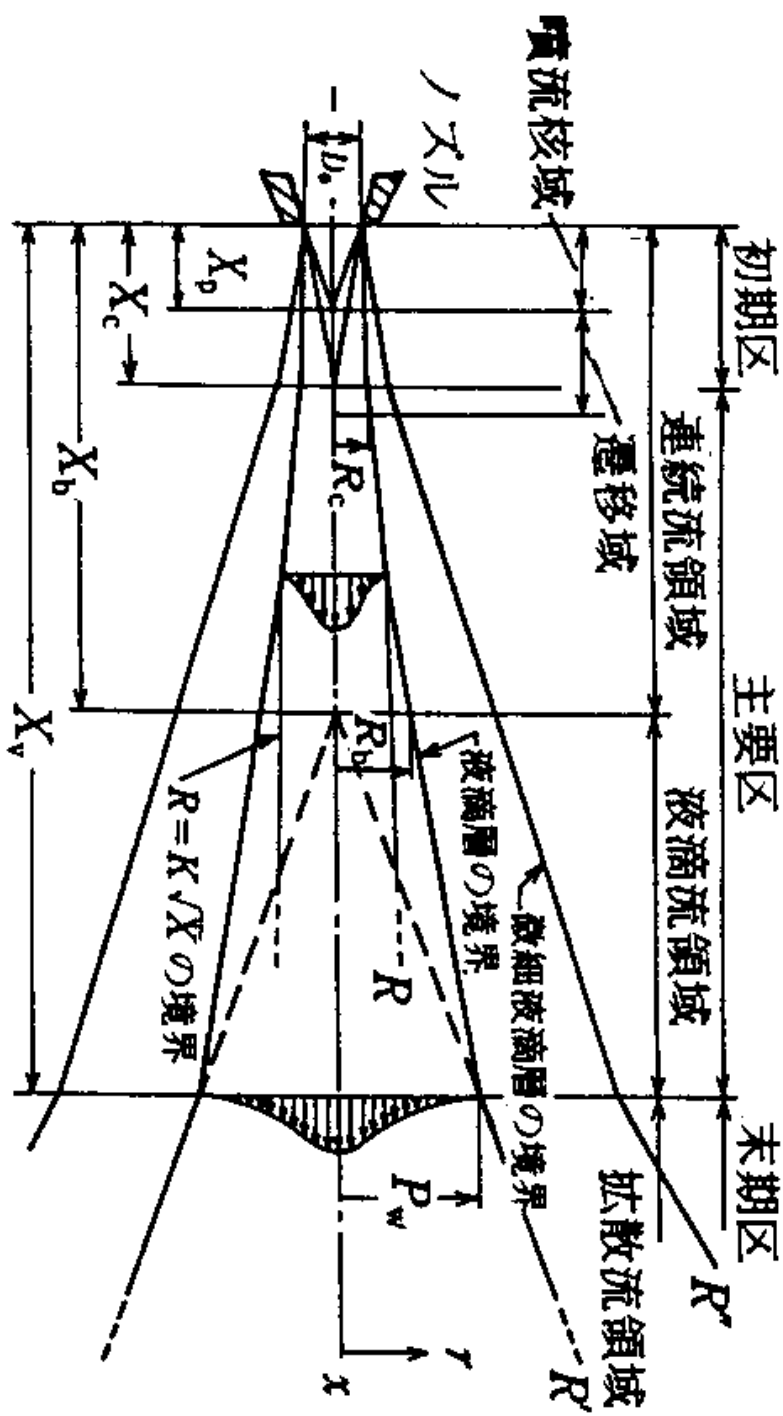
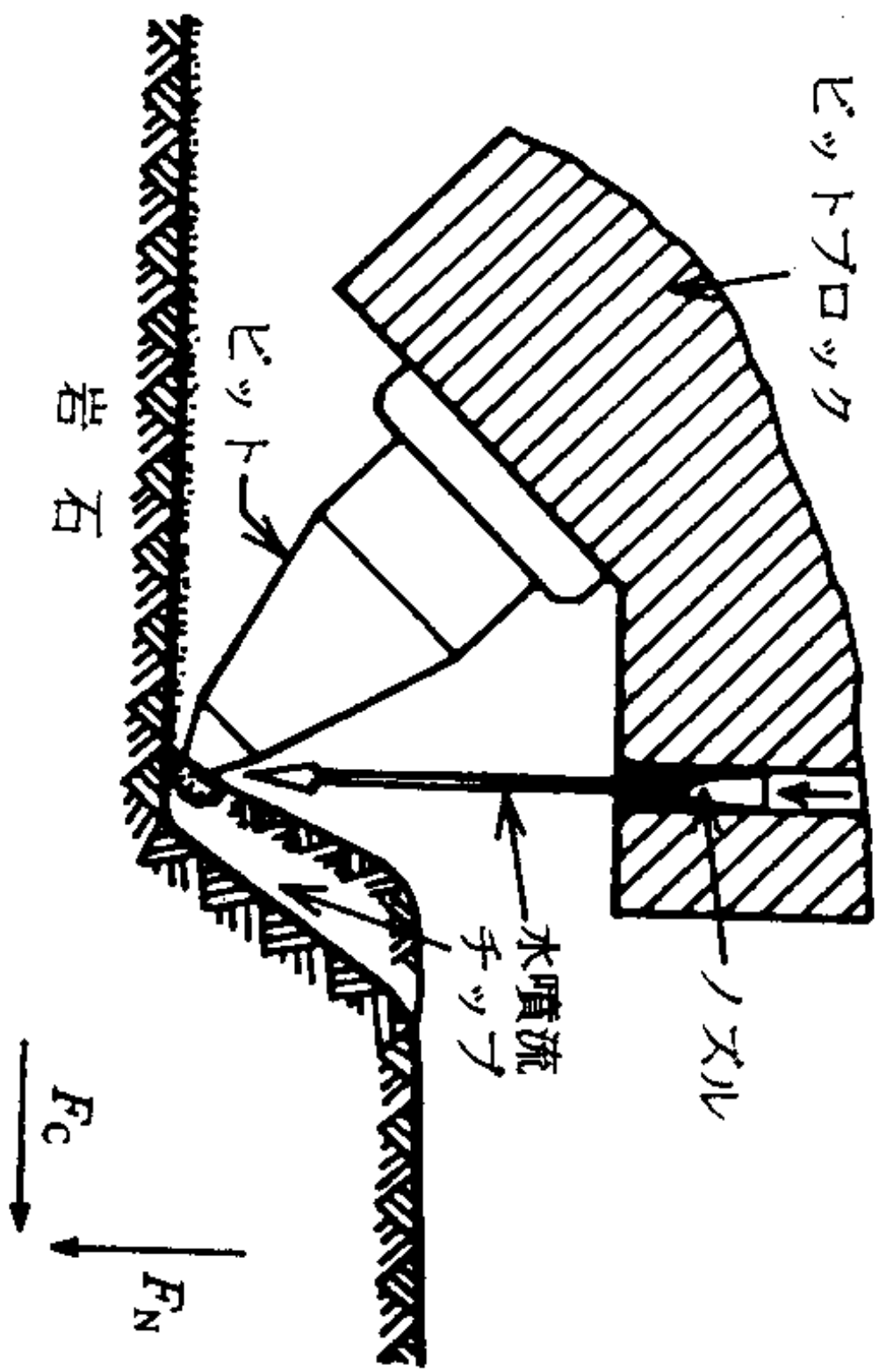


図1・1 気中高速水噴流の構造概念図

柳井田勝哉, 大橋昭: 気中高速水噴流特性に関する研究—霧化液滴領域について 第2報, 日本鋳業会誌, 93-1073(1977), 489.



気泡噴流(水質改善)

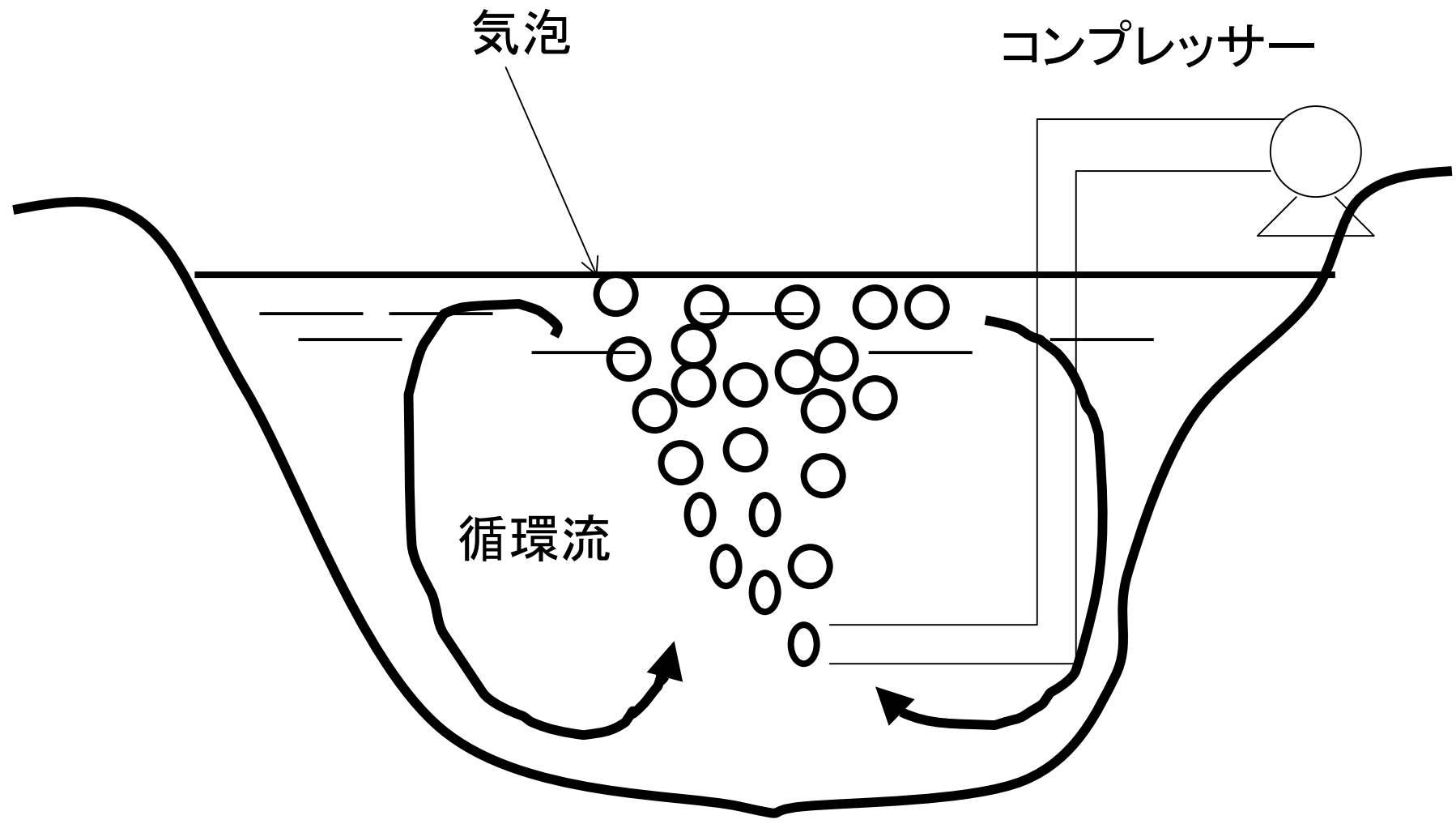
湖沼や港湾

水の汚染や富栄養化により、底層に無酸素層ができる

水の循環を起こして、酸素供給をすることにより水質改善

水循環ポンプは大規模体系には使えない

コンプレッサーにより底部に空気を送り気泡噴流を作り水を循環させる



気泡ポンプ(資源開発)

上昇管と下降管があり上昇管に気泡を混入すると浮力により流れが生じる

自然循環二相流(気泡ポンプ)

水を循環するポンプが使えない場合に有効
大陸棚のマンガン団塊の採取に利用が考えられている。

熱流動工学試験

9月21日(金)又は9月28日(金)

M4-101(予定)

筆記試験として行う

各自の自筆のメモ1枚持ち込み可

各講義項目(2項目)内容を纏めたものを書く
(ベース)

応用問題を2から3題(+ α)