



北海道大学



日本原子力学会シニアネットワーク第11回シンポジウム

「原子力にどこまで期待できるか」 原子力の技術基盤、人材育成の視点から

2010年8月7日

北海道大学大学院工学研究院
教授 奈良林 直



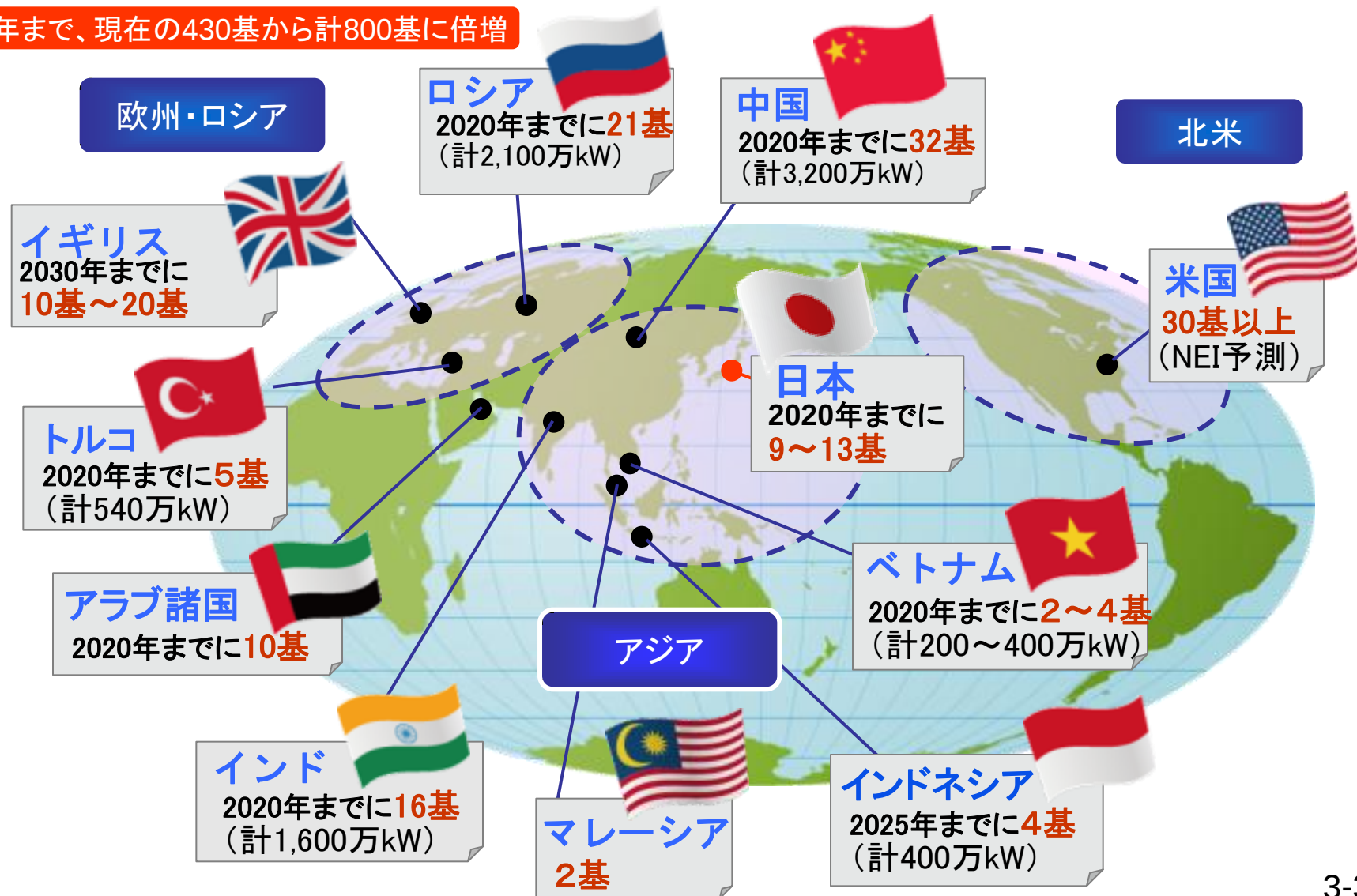
世界の原子力発電所建設計画

原子カルネッサンス

■ 2020年までに米国・欧州・中国・アラブ諸国を中心に約130～150基が建設予定

■ 2030年まで中国・ベトナム・インドネシアなどアジアで200基以上の建設見込み

2030年まで、現在の430基から計800基に倍増



「人材不足」世界共通のネックに

原子力産業新聞

2010年4月29日
平成22年（第2624号）
毎週水曜日発行
創刊1年51号（2009年11月）
定価 9,600円（税別）
広告費 15,000円（税別）
（郵送料別）



第四十三回原産年次大会が四月二十一日、二十二日、十九か国・地域から約一千名が参加して、松江市で開催（写真左は所信表明する今井敬順産協会長）された。

国家成長戦略 —「原子力」を見据える

各国「世界のリーダーシップ」に虎視眈々

視点
原産年次大会を通じて

原子力発電は今、先進国におけるルネサンスの加速に加え、中国、インドの途上大国での大増設、さらにベトナムなど世界各地の発展途上国における新規導入計画が同時並行的に具体化しつつあり、持続的発展と温暖化対策両立の切り札というだけにとどまらず、ブランドビジネスの獲得競争が国家間の総合力と威信をかけた激化している。

次世代の原子力発電の原子力新時代を視野に、原子力は二十一世紀の国家成長を左右する成長戦略の重要な柱

いすれも原子力への認識の高さ、情熱のもとに長期的ビジョンを立て、自らが世界のイニシアチフを執ろうとの意欲に燃えている。たとえば自国の七五%以上の電力を原子力で賄い、国際ブランドビジネスで最右翼の仏は、「原子力は長期にわたる過小評価の反動で、世

国家戦略・原子力「浮き彫り」
「人材不足」世界共通のネックに

として浮上している国際的構図が、今回の年次大会を通じても浮き彫りになった。また、国家戦略としての位置付けは「一様でない」とフットな表現ながら、先のUAE、ベトナムでのプラント商談で韓国、ロシアに敗退した無念を内に秘め、三月にはサルコジ大統領自らパリ

産経新聞2009年11月22日



原発導入急ぐ

ベトナム、25日にも計画承認

「シンガポール」官野弘之。ベトナム政府が商業用原子力の建設に乗り出す。新たな原発建設計画が25日にも国会で承認されるのを受けて、2014年に着工し、20年をメドに運転を開始する。25年には発電量を5倍にする計画だ。東南アジアではフィリピンが商業用の再稼働を検討しているほか、タイやインドネシアも建設を急ぐとしている。マレーシアも原発導入を検討する。国内の反対で原発建設が進まなかった各国だが、地球温暖化対策という新たな原印の下、「原発保有」という長年の夢をかなえようとしている。

原子力産業新聞2010年4月29日 原子力産業新聞2010年4月15日

「日本の技術導入を」
鳩山首相がスン首相へ
ベトナム原発支援全面に

鳩山首相は、ベトナムのフミン首相と会談し、ベトナムの原発建設に日本が全面的に支援することを約束した。フミン首相は、日本がベトナムの原発建設に全面的に支援することを歓迎し、日本がベトナムの原発建設に全面的に支援することを歓迎した。

伊産業界の参加拡大へ
イタリアのEPR建設で仏伊が協力強化

イタリアのEPR建設で仏伊が協力強化。仏伊両国は、EPRの建設に協力し、技術の交流と人材の育成を進める。仏伊両国は、EPRの建設に協力し、技術の交流と人材の育成を進める。

原子カルネッサンスのボトルネックは原子力人材

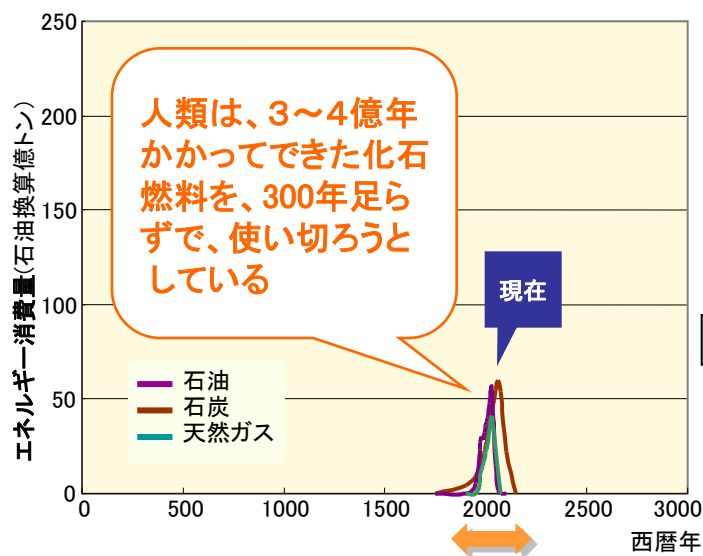
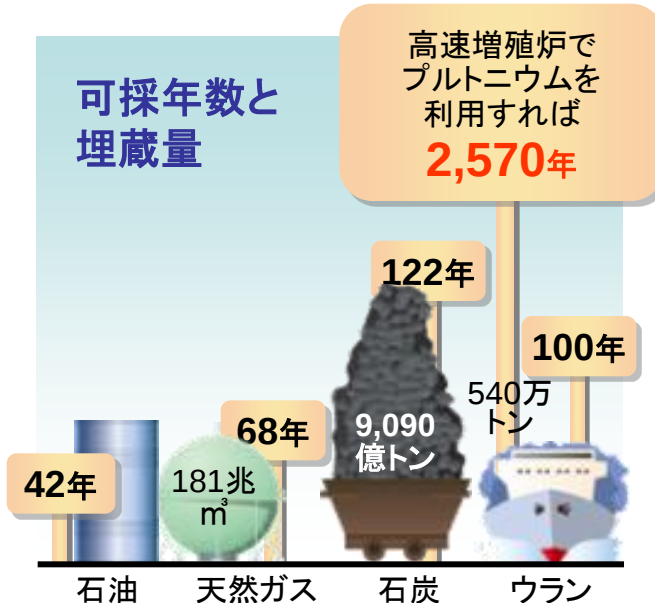
- 地球温暖化
- 人口・エネルギー消費の急増
- 化石燃料の枯渇・高騰

グリーン
イノベーション

化石燃料から原子力・
自然エネルギーの時代へ

自然エネルギーだけでは、
人類のエネルギーは賄えない

建設・運転のボトルネックは
原子力人材不足



停滞していた原子力発電
の急速な進展



- 先進型原子炉国際会議ICAPP2009(東京)
- 第17回原子炉工学国際会議(ベルギー2009)
- 第18回原子炉工学国際会議(中国2010)

原子力の巨大国際会議で
最大の話題が原子力人材確保
世界二大国際会議の技術委員長: 北大

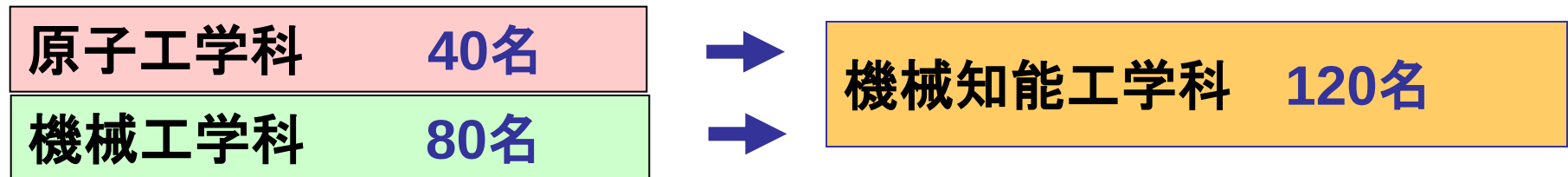
産業界では



- 三菱・東芝・日立が各社、毎年数百名規模で技術者を増員
- 仏アレバ社は毎年10,000人増強
- 韓国・ロシア企業の台頭

北海道大学の原子力教育の危機

- 2005年(平成17年)4月より「機械工学科」と「原子工学科」は「機械知能工学科」に統合され、「**原子工学科**」の名前は消滅



- 大学院では、機械知能工学科の学生は4専攻に進学するが、ロボットや宇宙分野に学生の人気が集中

エネルギー環境システム専攻	原子力工学・流体・燃料電池・エンジン
量子理工学専攻	放射線ビーム・量子・プラズマ・核融合
機械宇宙工学専攻	宇宙・ロケット・材料力学・CFD
人間機械システムデザイン専攻	ロボット・バイオ・マイクロシステム

原子力人材育成教育公募事業開始

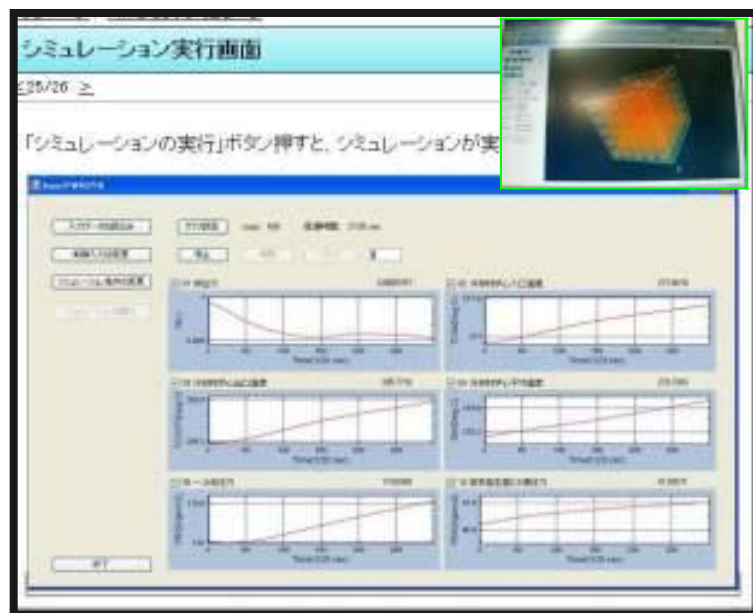
■北海道大学で採択・実施中の公募事業は以下の4件。

- ①経産省:「原子力人材育成公募:教育支援プログラム」
(平成19年度～21年度)
- ②文科省:「原子力人材育成プログラム:
原子力コア人材育成プログラム」(平成20年度～21年度)
- ③経産省:「原子力基盤技術強化:原子力施設用配管の耐震尤度
評価法と耐震性向上技術に関する開発」(教員の人材強化)
(平成20年度～22年度)
- ④文科省:「原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ:戦略的
原子力共同研究:学校教育現場との対話に基づく原子力・放射線
学習プログラム開発」(平成20年度～22年度)

■京都大学で採択された京都大学臨界集合体(KUCA)を用いた
原子炉物理の院生実験に北大も参加(平成19年度～)

①教育支援プログラム(経産省)

(1)電子化ハイパーテキスト・可視化技術・デジタルシミュレーション技術の高度活用による初等炉物理教材の開発
PC上のPWRプラントシミュレータによってプラントモデルの炉心出力、SGの沸騰、蒸気タービン回転数を制御
異常過渡事象をプラント模型で発生させる「原子力でGO!」

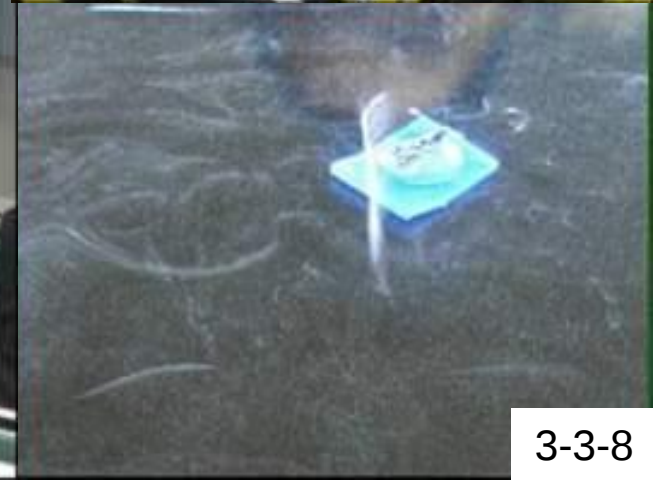
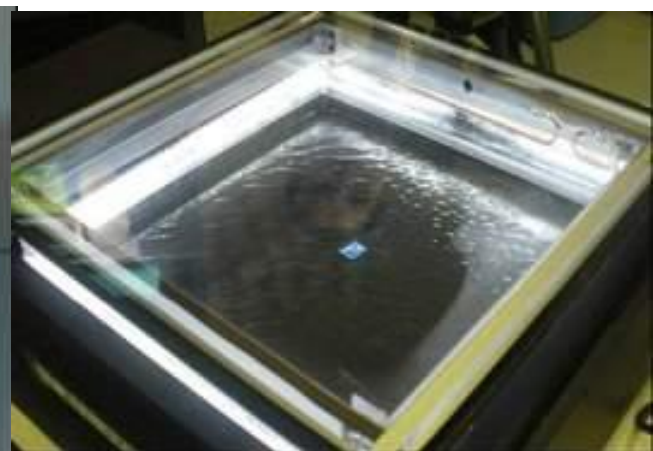


DA変換
ボード



①教育支援プログラム(経産省)

(2)放射線理解促進のための放射線利用と放射線検出技術の習得、霧箱の製作による放射線の可視化



「原子炉工学」講義内容の改良

原子炉工学の講義・設計演習(工学部機械知能工学科3年)

プロジェクト形式の設計演習: Project Based Learning (**PBL**)

第1回地球環境と原子力

第2回原子炉の形式とPWR

第3回原子炉理論、臨界・バックリング計算

第4回熱伝達、限界熱流束、被覆管温度分布

第5回過去のトラブル事例と対策

第6回～第13回設計演習: Project Based Learning (**PBL**)

第14回・第15回: 事例発表

第16回期末試験、2月に成績上位者を横浜・日立・東海村見学

PBLの間、スイスの地域熱供給事例の紹介、安全系、

動特性プラントシミュレータのデモ、

保全工学基礎ループの運転体験

各種事故トラブルの原因と技術分野

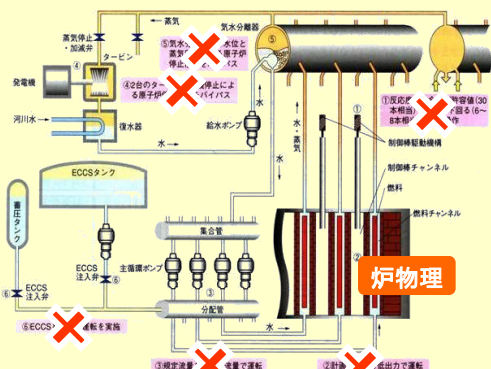
国民の信頼回復

■ 大半のトラブルは機械・材料系分野に集中

チェルノブイリ事故: 炉心暴走

1986

安全思想の欠如

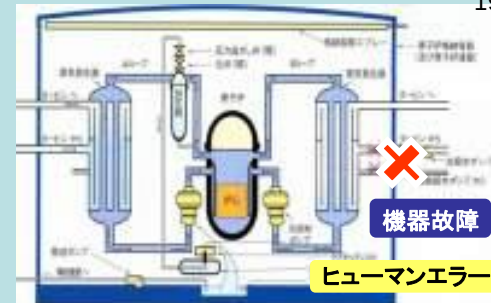


圧力管破断、原子炉と建屋一部崩壊で31名死亡。半径30kmが避難。

TMI事故: 弁故障と誤操作

1979

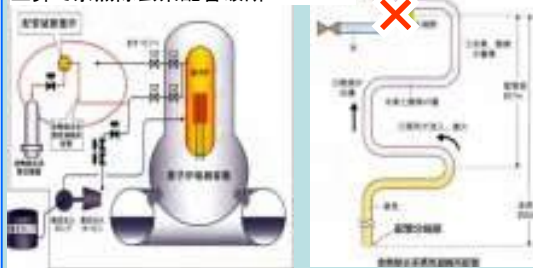
燃料損傷、炉内一部熔融



浜岡1号: 水素蓄積・爆燃・配管破断

2001

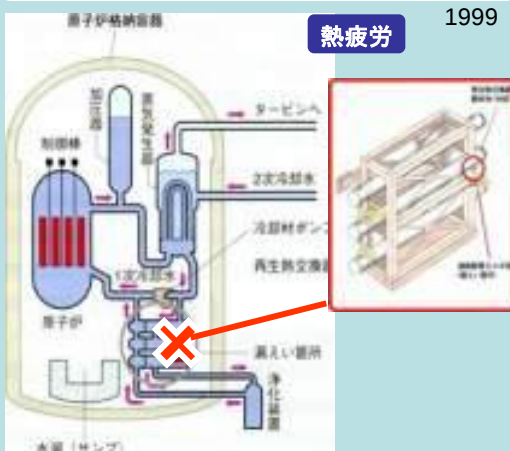
水素デトネーションによる急激な圧力上昇で余熱除去系配管破断



敦賀2号: 配管熱疲労・冷却水リーク

1999

熱疲労



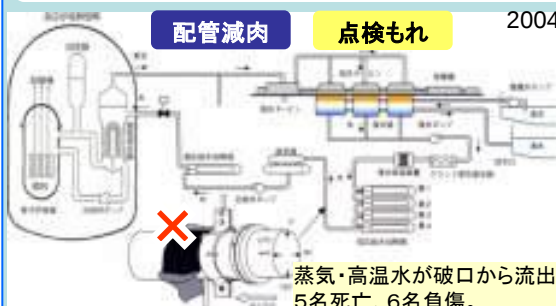
連絡配管が熱疲労で損傷。1次冷却水漏れ

美浜: 2次系配管減肉破断

2004

配管減肉

点検もれ

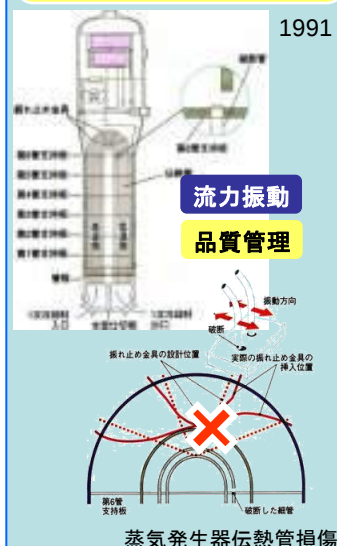


蒸気・高温水が破口から流出
5名死亡、6名負傷。

美浜: SG細管破断・金具組立ミス

1991

流力振動
品質管理



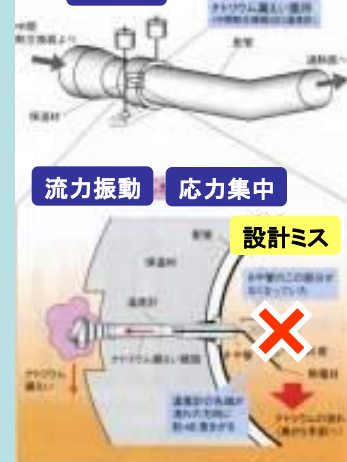
蒸気発生器伝熱管損傷

もんじゅ温度計さや管破損

1995

Na火災

流力振動
応力集中
設計ミス



主冷却系ナトリウム漏えい。動燃(当時)の情報公開の不適切な対応に不信・不安。

柏崎刈羽発電所の中越沖地震被災

2007

原子炉本体・原子炉建屋は無傷、タービン翼交換
耐震余裕評価や耐震補強工事・埋設配管の手直し等で長期停止



耐震補強

耐震余裕評価



プロジェクト形式演習教育(PBL)の効果

- 前半の講義が終了したら、学生をグループ分けして、各グループで好きな原子炉を設計
- エネルギー需要予測、炉心熱出力などの仕様・核設計・熱設計
- PBLが開始されると講義時と比べ、講義室の雰囲気は一気に活性化される



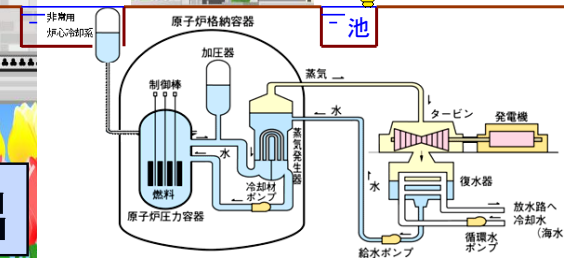
Before PBL



Starting PBL

PBL成果の一例:ウラニーランド

■ 炉心デレラ城: 皆に愛される原子力発電所に(学生の主張)



PBL成果の一例:駅ビル型原子力発電所

原子炉完成時のイメージ図



屋上温水プール

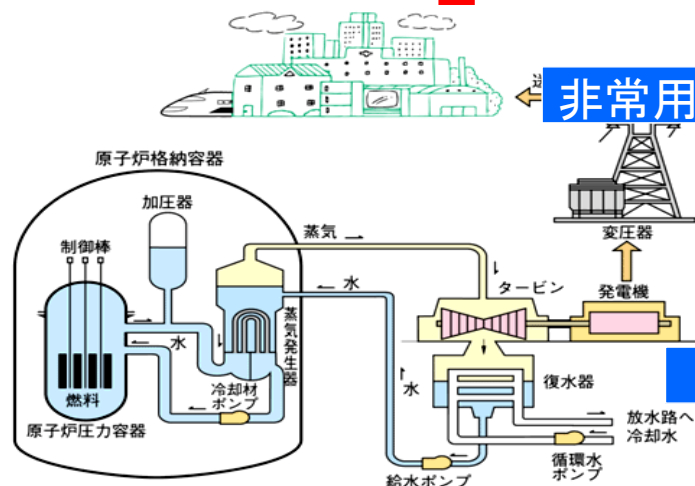


熱供給

地下原子力発電所

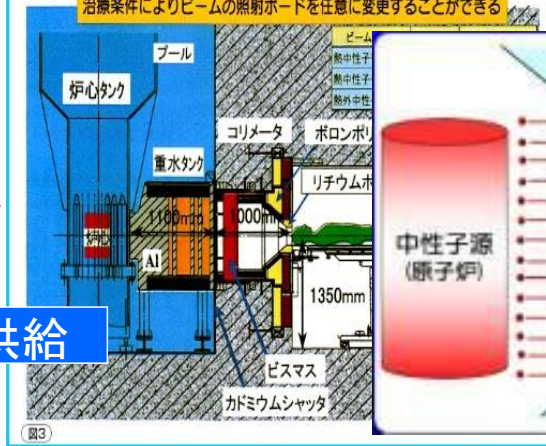
電気・熱供給

非常用冷却水

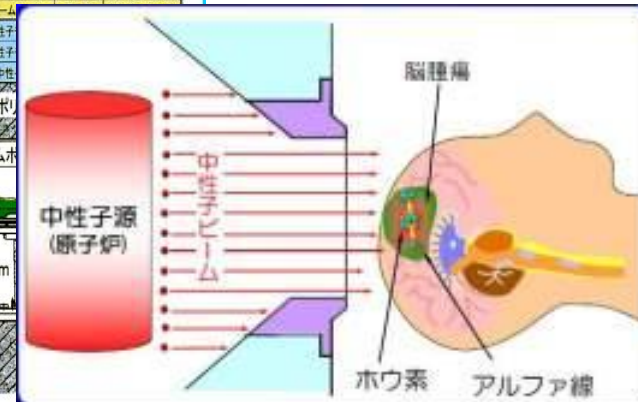


中性子ビーム設備

治療条件によりビームの照射ボードを任意に変更することができる



中性子供給



- Co-generation, Road Heat
- Thermal output: 11Wthx7
- Hospital for Cancer using neutron

PBL成果の一例:原子力船や洋上都市

- Group E: 洋上都市:150MWth
- Group H: 原子力客船: 50MWth

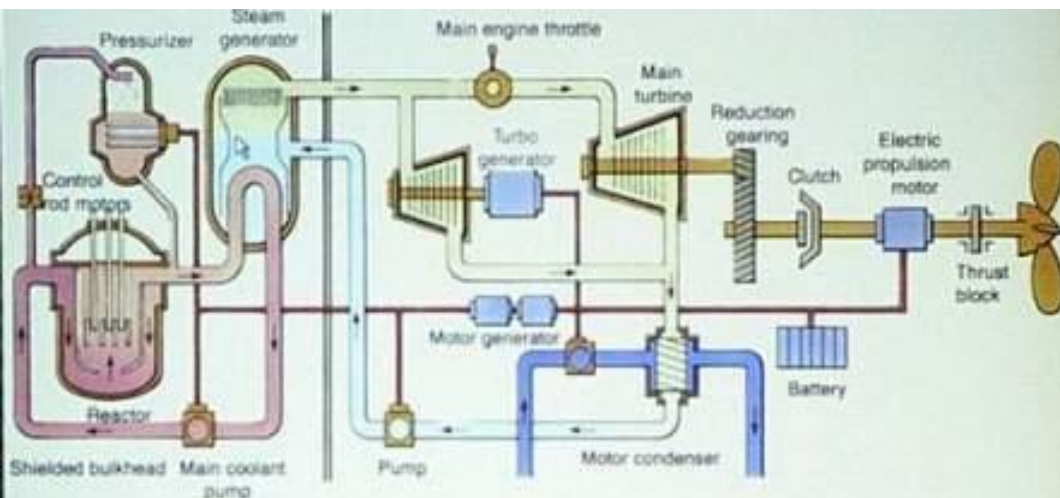
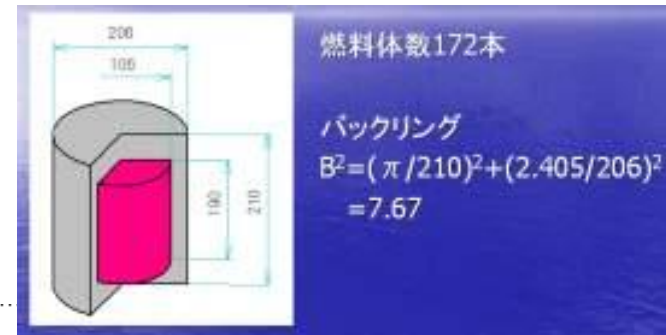
$$Z_{\max} = (L/\pi) \tan^{-1}(-\pi \cdot W \cdot C_p / (hA_s))$$

$$Z_{\max} = 0.613\text{m}$$

$$\theta_n = \theta_s + Q_r r_1^2 / (4 \lambda u) + Q_r r_1^2 / 2 \times [\ln(r_2/r_1) / \lambda r_1 + 1 / (hr_2)]$$

Q_r : Power Density(W/m³)

$$\theta_n = 372.9 + 563.1 = 936 \text{deg.C}$$



北海道電力殿との連携教育

- 北海道電力泊原子力発電所の運転シミュレータを使った炉物理の
実地教育や原子力訓練センターでの保全点検の研修体験



ケニアからの博士課程
の留学生(情報科学)

→日立GENEに就職

原子力関連企業・JAEAの見学

- 東芝・日立・JAEA・原電・NFI・三菱重工（みなとみらい）や北海道電力、日本製鋼所の見学を実施。
- 実機を構成する機器の見学と、先輩OBとの対話が将来の自分の仕事のイメージを形成する上で効果大



エネルギー工学概論(工学部2年生)

- 他学科の学生向けのエネルギー・原子力教育
- 土木・建築・材料・情報科学系の学科の学生約200名が受講



地球環境問題と原子力・倫理(全学教育)

北海道大学の全学教育(平成21年度開講)

(文学部・経済学部・法学部・教育学部などの文化系学部を含む全学部の学生が選択)

■報道の倫理の講義結果

地震報道に対する学生の感想の代表例

①工学部 1 年学生

私は、新潟県中越沖地震のときに、原子力についての知識がなく、情報としてメディア(テレビ)しか頼るものがなかったので、あの黒煙に対して、とても不安になり、それこそチェルノブイリ事故を連想した人間の一人でした。もし爆発したら日本は終わりだとも思いました。この講義を聴き、原子炉の耐震性は十分であったことがわかり、マスコミの過剰報道に躍らされていたことに気づきました。

②水産学部 1 年学生

正直な話、中越沖地震のとき私は明らかに動揺していました。そして、この動揺は恐らく日本国中の気持ちだったことに違いありません。真実を放映、報道していれば、あのような混乱はなかったことと思われます。



原子力学会 SNW in札幌2010(心の伝承) 7月23日

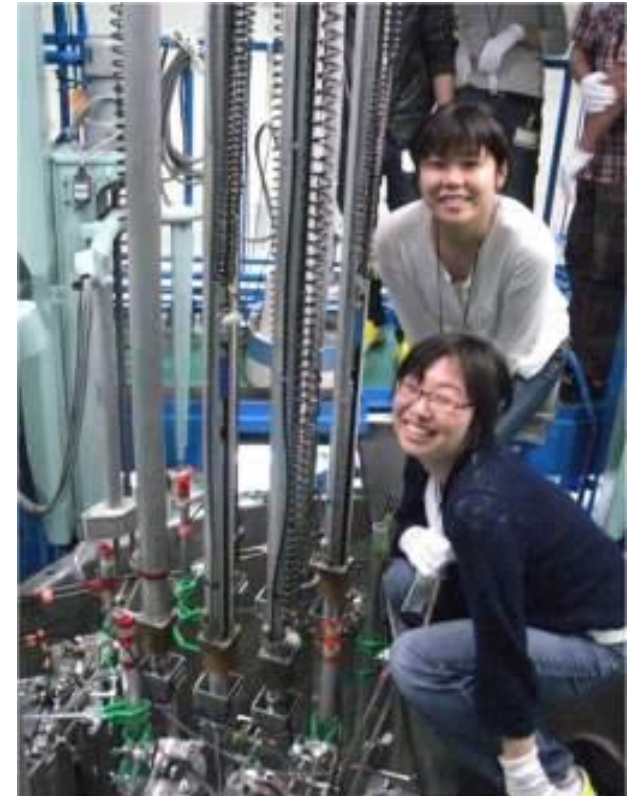


京大原子炉実験所KUCAでの院生実験

■ 毎年、他大学の学生と臨界集合体を使った原子炉物理に関する臨界近接、中性子束分布測定、制御棒価値などの極めて充実した院生実験に参加



34年前の小生



他大学との交流(北大・東大)

- 北海道電力泊原子力発電所や日本製鋼所の合同見学
- 学生同士で夜を徹した懇親会も・・・共に原子力を目指す!



耐震尤度評価法と耐震性向上技術に関する開発(経済産業省)

- 工学研究科の原子力・土木・機械・材料工学に所属する教員の連携チーム
- 専攻横断型教育コース設立検討WGの母体として活躍



柏崎刈羽原子力発電所の耐震補強工事の見学(東京電力殿撮影)



主蒸気逃がし安全弁排気管のスナッパーによる耐震補強(東京電力殿撮影)



耐震補強工事の概要 (東京電力殿撮影パンフレットより)

専攻横断型の原子力分野の教育研究強化

■ 原子力・土木・機械・材料工学に所属する
教員の連携チーム→専攻横断型教育コース設立検討WG設置

Nuclear Viewpoints

原子力eye

特集座談会

原子力教育に新風を吹き込めるか？

—東京大学・原子力グローバルCOE
「世界を先導する原子力教育研究イニシアチブ」に
取り組んで見えてきたもの

特別インタビュー
3期目の課題を語る
原子力委員会委員長 近藤 駿介氏

IAEA主催「高速炉システム国際会議」レポート
18年までに開催

原子力分野の教育研究強化に取り組む北海道大学
専攻を横断した教育体制の構築を目指して

「サイエンス・フィクション」を題材に山田と開権
—WIN-Japanの新しい原子力理解促進活動として



原子力分野の教育研究強化に 取り組む北海道大学

—専攻を横断した教育体制の構築を目指して



北海道大学大学院工学研究科 教授
(工学系連携推進ディレクター)
奈良科 直 (はらなり 直)

はじめに

石油燃料枯渇、気候変動の人口爆発と経済発展に
エネルギー消費の増大のなかで、地球温暖化防止を
目指した低炭素化社会の実現に向けて二酸化炭素を排
しない原子力発電が見直され、原子力リネッサンス
と呼ばれる世界的な原子力発電所の建設が我が国の建
設が主導する形で始まった。これは、高い技術力をつ
我が国の原子力産業が、広範な技術分野をさらに
拡げる契機となっている。しかし、学生の理工系
のなかで、他大学と同様に北海道大学でも原子力
分野を志望する学生の減少が大きな問題となった。
平成 17 年度に北海道大学では原子工学科は機械工
科と合併し、機械知能工学科となった。「原子」の影
が消滅したのである。このような状況のもとで、如
く原子力分野を志望する学生を確保し、原子力施設
設計・建設・保全に関する技術継承と次世代機器シ
ステムの研究開発を創出優秀な人材に育成できるか
が大きな課題となった。各方面で原子力技術立国を支え
人材育成の必要性が認識され、文部科学省と経済産
省が連携して原子力人材育成事業が平成 19 年度か

北海道大学での取り組み開始

公募事業の開始にあたり、林山直一郎教授、島津洋
一郎教授、電研清明教授など原子力・放射線教育の先
駆者たちのアドバイスを受けると共に、地元の北海道電
力や原子力企業のニーズを調査した。その結果、原子
力物理や放射線教育の重要性は当然のことながら、原
子力安全の基本を学び、加えて伝熱・流体・振動・材
料・保全など、広範な工学分野の教育を受けた学生の
企業ニーズが高いことが分かった。このため、機械知
能工学科の多くの教員の協力を得て、原子力人材育成
を広範な工学分野に展開し、カリキュラムや教材を充
実・強化することとし、実際に講義で実践できるよう
に配慮した。実践的な原子力教育カリキュラムの構築
を以下の3項目を柱として実施することとした。

- ①原子力物理理解促進プログラムの開発
- ②模擬による放射線の可視化と放射線計測
- ③保全工学基礎強化プログラムの開発

原子力教育カリキュラム

原子力発電を支える工学技術分野と人材ニーズ

企業における採用者の出身専攻比率

原子炉物理

原子力安全

燃料サイクル

放射線

伝熱流動

振動工学

材料強度

材料工学

腐食工学

制御工学

電気工学

建設材料

耐震工学

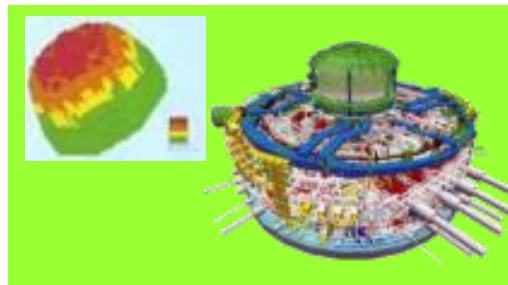
防災工学

土木・地盤

地下水

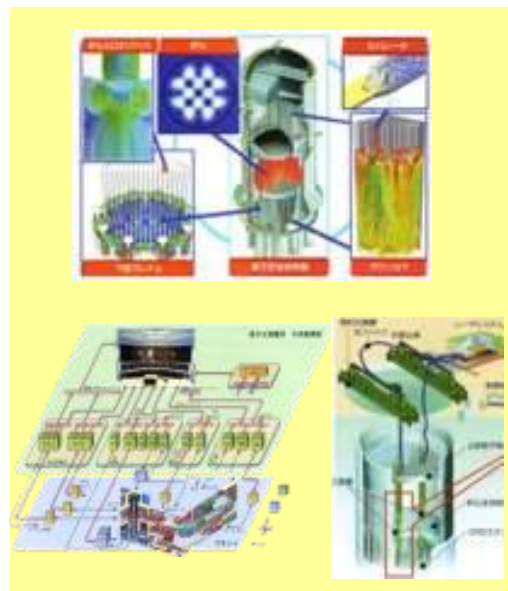
廃棄物管理

原子炉
放射線
25%



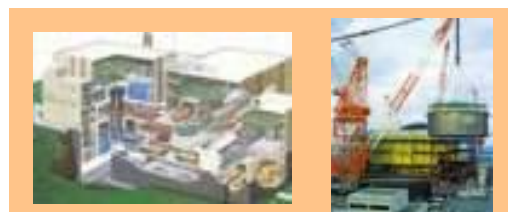
炉心管理
被曝管理
燃料交換

機械
材料
制御
電気
55%



機器設計
炉内機器
計測制御
保全保守
発電送電

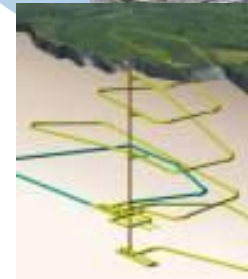
土木
建築
20%



土木
建設
耐震
埋設



原子力発電所



原子力産業に必要な人材

我が国の基幹産業の1つに

国際競争力の向上

高性能燃料の開発

高燃焼度燃料

機器性能の向上

トラブル撲滅

設備利用率の向上

コスト低減

最先端研究開発PJを主導できる人材

仏・露・韓との国際競争に勝てる人材



①高度な
原子力教育

海外建設・運転プロジェクトの遂行

マネジメント

統率力

計画立案・遂行

労務管理

③研究指導を
通じた人材育成

海外PJを主導
できる人材



日本がシェアを落とした産業とその要因

繊維

鉄鋼

造船

DRAM

液晶

携帯

自動車・
原子力は
大丈夫か？

コスト・性能

開発スピード

国際標準化失敗

資源高騰

工場の海外移転

製造ノウハウ提供

核燃料サイクルの完成

高速増殖炉の実用化

ウラン採掘権確保

再処理施設：ガラス固化技術

高レベル廃棄物埋設処分

②研究室の
教育力強化

原子力安全・ナトリウム・ウラン・ガラス・岩盤の知識と経験のある人材

求められる人材の育成

スーパーエンジニアの提案

スーパーエンジニアとは

- 技術的に優れたエンジニア
- プロジェクトを推進するマネジメント力(技術統括)
- 世界に通用する国際性と語学力・コミュニケーション力
- 幅広い視野と洞察力、技術者倫理を併せ持った技術者

原子力安全

専攻横断型原子力教育

原子炉物理

伝熱流動

放射線

構造強度

材料

土木・建築・耐震

技術者倫理

他学部教授の講義受講

コンプライアンス

国際性

実践英会話の特訓

海外インターンシップ
国際会議での発表
海外の大学の受講

英語

国際感覚

コミュニケーション

プロジェクトマネジメント

共通科目の受講

就業体験

設計・建設

運転・保守

卒論・修論教育
スケジュール管理
後輩の育成

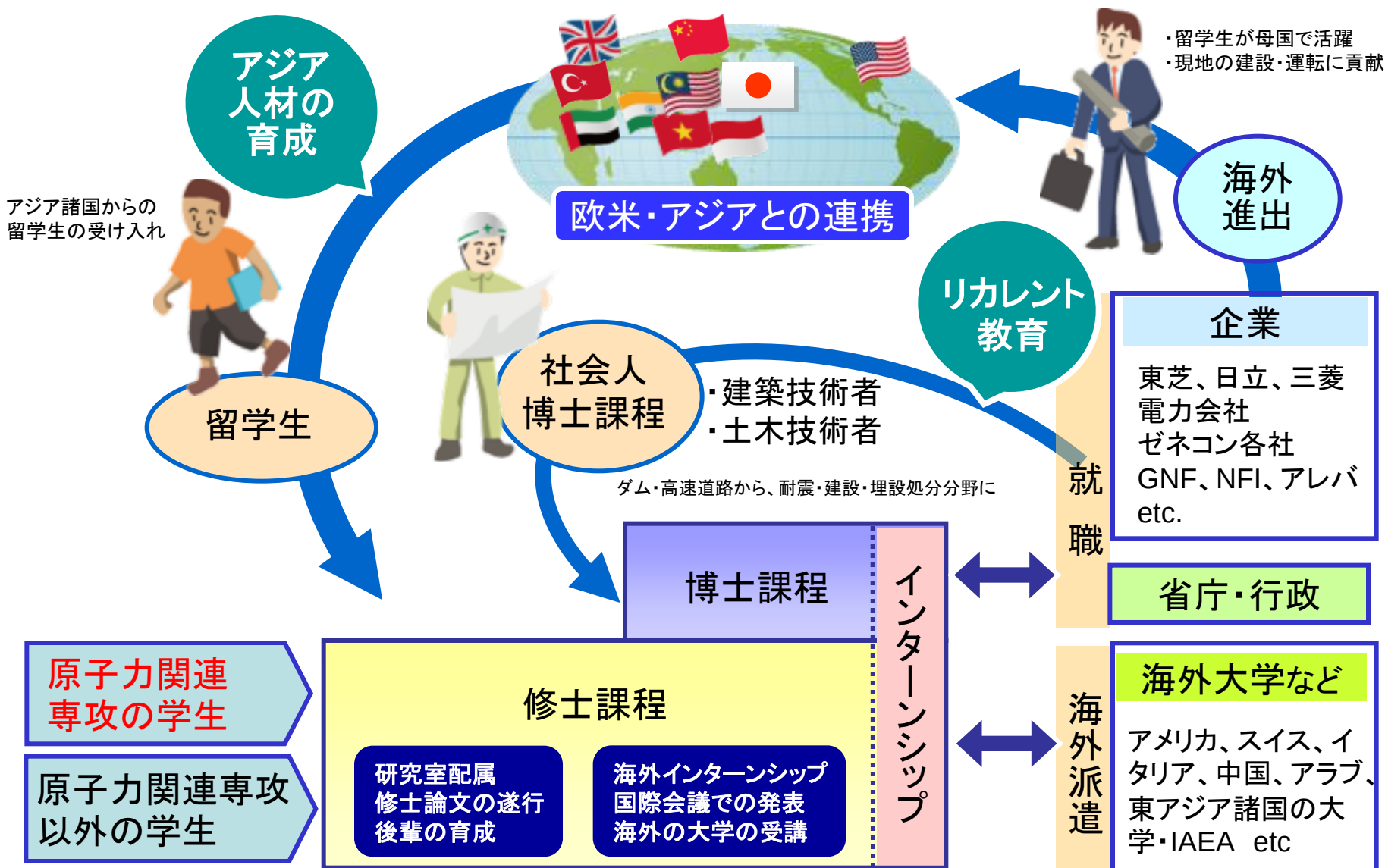
機器開発

トラブル対応

スーパー
エンジニア

北大原子力グローバル教育システムの概要

■ 世界・他産業から優秀な人材が集まる先端的教育基盤の形成



1 教育改革 専攻横断型原子力教育

■ 12専攻横断型の受講科目を用意、更に情報科学研究科の電力・電子・情報も受講可能

工 学 院	専攻横断型原子力教育	
	エネルギー環境システム	原子炉物理 原子力安全工学 燃料サイクル 原子力・エネルギー材料 流体力学 伝熱工学
	量子理工学	原子物理学 放射線 粒子線工学 非破壊検査
	応用物理学	量子物理学
	材料科学	材料工学 腐食工学 エネルギー変換材料
	機械宇宙工学	材料強度 保全工学 計算流体力学 計算固体力学
	人間機械システムデザイン	振動工学 機械知能 保全ロボット
	環境フィールド工学	地盤解析学 地盤防災 コンクリート工学
	北方圏環境政策工学	リスクマネジメント 複合構造工学 メンテナンス
	建築都市空間デザイン	耐震工学 防災工学 免震・制振構造
	空間性能システム	建設材料学 コンクリート構造学 室内環境学
	環境創生工学	廃棄物管理
	環境循環システム	混相流 地下水保全 広域シミュレーション

情報科学研究科

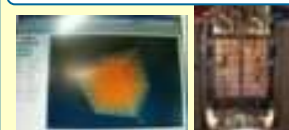
電力工学 情報工学 エレクトロニクス

工学系教育センター

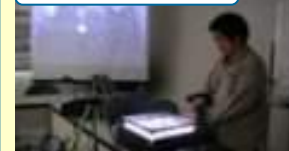
英語教育・マネジメント特論

教材の活用

バーチャル原子炉教材



放射線教材



保全教材



材料教材



耐震・免震教材



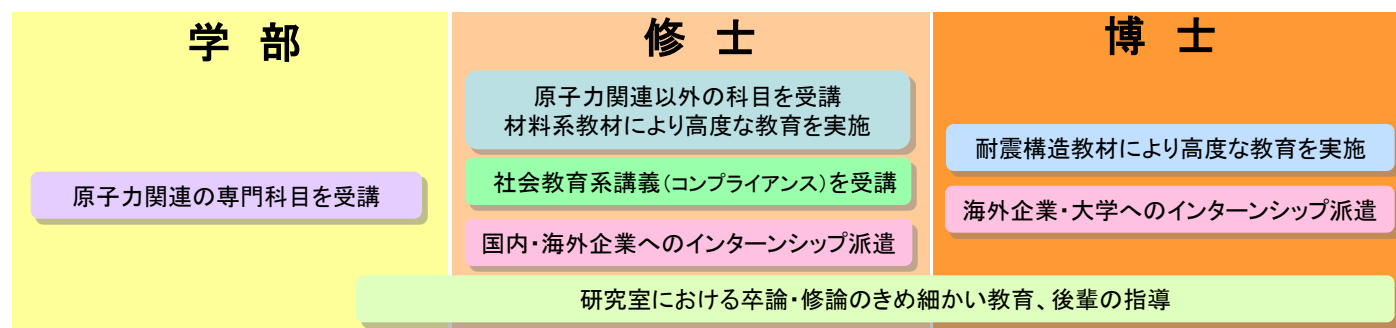
① 教育改革 専攻横断型の教育課程のモデルケース

■ 原子力関連の学科・専攻の学生も、それ以外の学生も、主専修・副専修の形で原子炉工学や原子力安全を学ぶ。

《例えば》

原子力関連 学科の学生

A君

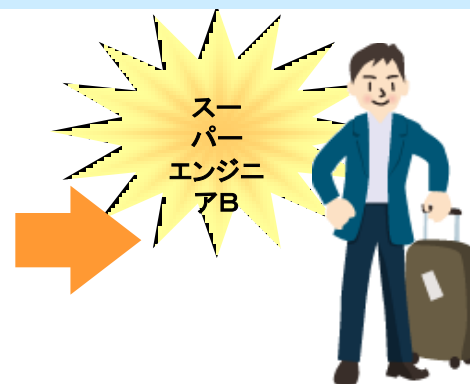
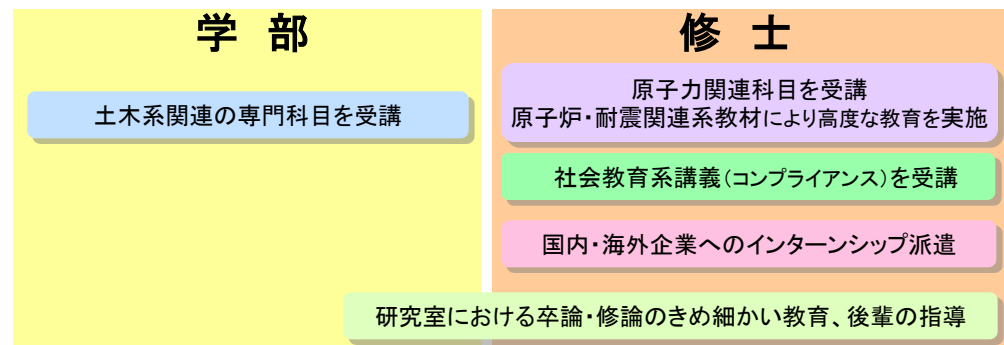


- ・工学部機械知能工学科に入学。3年生で原子炉工学を受講。4年生で原子炉工学研究室に配属。
- ・卒論で炉内機器の流動実験に取り組む。修士・博士課程ではCIP法による革新的炉内機器開発手法を学ぶ。米科大学へのインターンシップや国際会議での発表を通じて世界的な評価を得て表彰。
- ・T社に入社。研究開発センターに配属。
- ・次世代炉機器の設計で業績を上げ、海外企業との共同研究プロジェクトに参加。

《例えば》

原子力関連学科 以外の学生

B君



- ・工学部土木系の学科に入学。2年生でエネルギー工学概論を受講し、原子力発電所に興味。4年生で耐震設計の研究室に配属。
- ・卒論で耐震設計の解析手法の高度化に取り組む。大学院入試を受験し修士課程へ進学、修士課程では免震建屋に取り組み、S建設の夏期インターンシップに参加。修論について国際会議で発表。原子力発電所の建屋の耐震・免震の専門家を志す。
- ・H社に入社。建屋のモジュール設計に従事。
- ・数年のOJTを経て、米国の原子力発電所の建設現場に駐在。建設プロジェクトのキーパーソンに成長。

1 教育改革 専攻横断型教育課程の検討

原子力関連必須科目と選択推奨科目（試行中）

履修 区分	授 業 科 目	単位	開講専攻	備 考
必修	原 子 炉 物 理 特 論	2	エネ環	15単位 修得
	原子力発電システム安全工学特論	2		
	原子力・エネルギー材料特論	2		
	技 術 マ ネ ジ メ ン ト 特 論	2	共通科目	
	実 践 科 学 技 術 英 語	2		
	インターンシップ第一（国内）	1		
	インターンシップ第二（海外）	2		
	エネルギー環境システム特別講義	2	エネ環	
	量 子 理 工 学 特 別 講 義	2	量子理工	
選択	エネルギー変換材料工学特論	2	材料科学	10単位 修得
	原 子 物 理 学 特 論	2	量子理工	
	医 療 ビ ー ム 物 理 工 学 特 論	2		
	プラズマプロセス工学特論	2	量子理工	
	材 料 強 度 学 特 論	2	機械宇宙	
	構 造 ダイ ナ ミ ク ス 特 論	2	人間機械	
	空 間 構 造 デ ザ イン 特 論	2	建築都市	
	都 市 防 災 ア セ ス メ ン ト 特 論	2		
	環 境 創 生 構 造 学 特 論	2	環境創生	

科目のカスタマイズ・拡充が必要な項目

教育改革

教育拠点

国際展開への布石

原子炉物理

炉物理シュミレータ教材の拡充

原子力安全工学

高速炉（ナトリウムループ）を含む教材・大学院教育の拡充

燃料サイクル

再処理などバックエンド関連の材料やガラス固化教育の拡充

英語教育・マネジメント特論

国内・海外企業へのインターンシップ派遣

海外企業・大学へのインターンシップ派遣

国際展開への布石

海外インターンシップ
国際会議での発表
海外の大学の受講

外部講師・海外講師の招聘・シンポジウムの開催等の実施

材料工学 腐食工学

ジルカロイやODS鋼など原子力発電所特有の材料を拡充

原子物理学

原子物理学に中性子理論を加えて講義を拡充

放射線 粒子線工学

非破壊検査

医療放射線に人体の被曝を拡充

プラズマ加工・保全

核融合プラズマに原子力発電所のプラズマ加工を拡充

材料強度 保全工学

原子力発電所の重要機器の材料強度・高サイクル疲労を拡充

保全ロボット

原子力発電所の保守・保全・ロボット教育の拡充

耐震工学 免震・制振構造

原子力発電所の耐震・免震教育を拡充（柔→剛）

防災工学 コンクリート工学

コンクリートの強度・期耐久性教育を拡充

混相流

地下水保全

廃棄物管理

埋設処分に関する岩盤・地下水を拡充

・本プログラムでは、必修科目9科目（計 15単位） 選択科目5科目（計 10単位）を履修する。

・代替科目及び副専修科目で履修している科目は、例示のため変更することは可能。

(2) 教育力強化1 原子力発電所の設計・建設分野

目標と施策 1

原子力発電所の設計・建設分野の人材育成

CAD・製造・建設シミュレーションやFEM/CFDの弾塑性・伝熱流動シミュレーションを通じて、原子炉工学・放射線・機械工学や材料力学、流体工学・伝熱工学、耐震・免震土木・建築工学の広い知識と視野を持った先端エネルギー・原子力分野で主導的使命を遂行できる「スーパーエンジニア」を育成する。

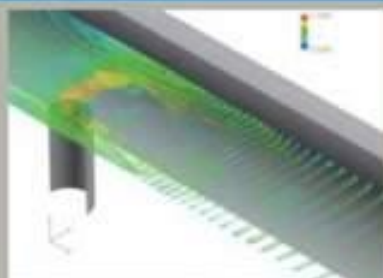
エネルギー環境システム専攻



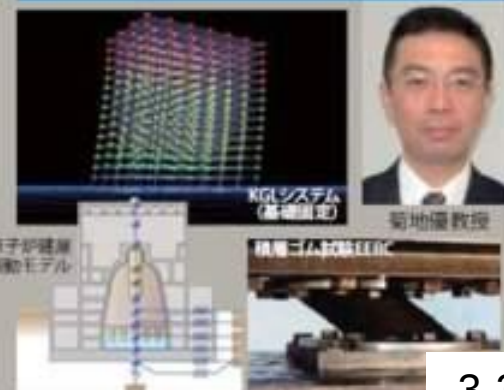
人間機械システムデザイン専攻



機械宇宙工学専攻



建築都市空間デザイン専攻



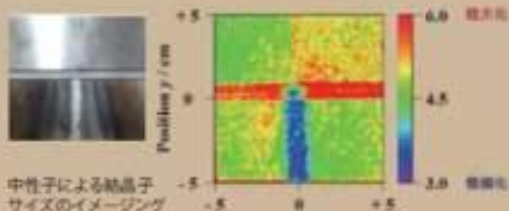
2 教育力強化2 原子力発電所の運転・保全・放射線分野

目標と施策 2

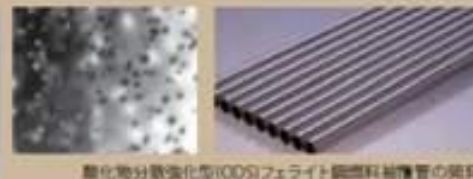
原子力発電所の運転・保全・放射線分野の人材育成

原子炉シミュレータを使った原子炉の異常過渡事象再現解析やリスク評価、非破壊検査や状態監視保全・傾向監視保全・オンラインメンテナンスなどの原子力発電所の安全性確保と信頼性・安定運転性の向上に取り組む優れた人材を育成する。

量子理工学専攻



材料科学専攻



酸化触媒強化型(OOS)フェライト鋼材料の開発

エネルギー変換材料研究センター



北電力原子力発電所運転訓練センターでのフルデジタルシミュレータを使った体験研修



北方圏環境政策工学専攻



量子放射線科学



プラズマ溶接・切断



↑構造物レベルの挙動解析
←メソスケール実験

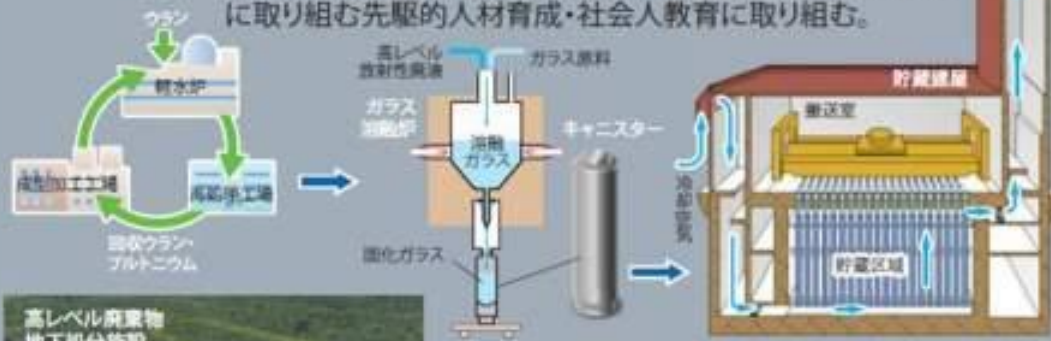


(2) 教育力強化3 燃料サイクル・放射性廃棄物処分分野

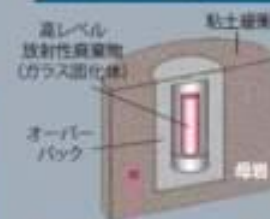
目標と施策 3

燃料サイクル・高レベル廃棄物の地層処分分野の人材育成

燃料サイクルや再処理、高レベル廃棄物の深地層処分に
関する、超長期の構築物、ガラス固化体を入れたステン
レス容器の健全性評価、深地層の土木工法、岩盤や地下水に
関する知識を身につけ、遠隔モニターや点検作業ロボット、
高レベル廃棄物貯蔵建屋の建設や運営などの、産業創出
に取り組む先駆的人材育成・社会人教育に取り組む。



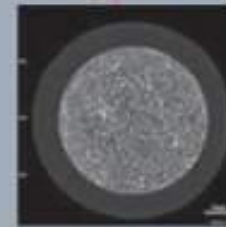
エネルギー環境システム専攻



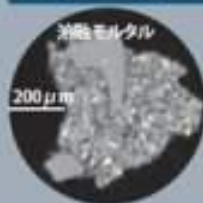
佐藤正和教授



小崎完准教授

X線マイクロCT観察による
粘土緩衝材の内部組織写真

環境フィールド工学専攻



杉山隆文教授

人間機械システムデザイン専攻



小林幸徳教授

環境循環システム専攻



五十嵐敏文教授



藤井義明教授



③ 国際展開への布石 原子力グローバル教育システムの世界展開

■ 原子力グローバル教育システムの世界展開と、先導的基盤形成への取り組みとして、米国Purdue大学、イタリアミラノ大学、スイスETH大学、IAEAなどと研究や学生の交流を目的とした研究交流協定や公募への共同提案を行っている。

オーストリアIAEA



IAEA(オーストリア)の小型原子炉に関する国際会議に参加

伊ミラノ大学



イタリアのミラノ大学と研究交流

スイスETH大、PSI研究所

スイスETH大学、PSI(ポールシェラー研究所)と交流



米Purdue大学



Purdue大の工学部長(中央)と学生の交流制度の打合せで合意(2009年7月)

北海道大学

アジアからの留学生

■ 中国・韓国・ベトナム・インドネシア・マレーシアの大学との交流、留学生の受入実績があり、今後更に拡充・発展させていく方針である。

●北大・大学院工学院・国際交流協定締結大学

アメリカ(ウイスコンシン大・パデュー大)、カナダ(アルバータ大)

中国(北京大・北京科技大・上海交通大・ハルビン工業大)、韓国(ソウル大・全北大・東義大)、タイ(チュランコン大)、インドネシア(バンドン工科大、バランカラヤ大)

フィンランド(オウル大)、スウェーデン(スウェーデン王立工科大)、デンマーク(王立芸術アカデミー建築学部)、スペイン(バレンシア工科大)・スイス(ETH大)、ポーランド(AGH科技大)、ハンガリー(ブダペスト工科経済大)など

産学官の協力による人材育成: 学生のインターンシップ

■ 大学の原子力人材育成教育に皆様の絶大なご支援をお願いします

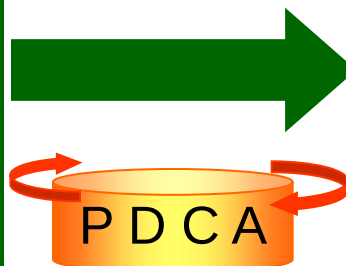
北海道大学

- 学部から一貫した原子力教育
- 専攻横断型の大学院原子力教育

工学院	原子力 エネルギー 放射線 機械・材料 資源 土木・建築系 など計12専攻	研究室配属 各研究室で、卒論・修論に取り組み、専門性を高めてから企業・海外インターンシップに派遣
情報科学研究科	コンピュータ 情報 エレクトロニクス 電力・送電 ネットワーク など計6専攻	研究室の先端教育環境整備が必要

工学系教育センター
英語教育・マネジメント特論

インターンシップ



実務教育支援

外部評価の実施

産業界

- 米国を中心に多数の原子力発電所を受注・内定
- 海外事務所開設・規制当局、アーキテクト・ベンダー調達交渉
- 国内でも13基の建設計画
→ 旺盛な採用計画(大学へ求人多数)
 - ・三菱・東芝・日立
 - ・NFI・GNF・三菱原子燃料・原燃
 - ・北電・東北電・東電・中電・原電
 - ・原子力機構・電中研・JNES
- 他大学との連携・評価
- 国内インターンシップ



- 原子力訓練センターでの研修



海外

原子炉工学国際会議(ICONE-16)

海外インターンシップ・学会発表

- 米Purdue大、スイスETH、伊ミラノ大など
- 国際原子力機関(IAEA)



ASME
Best
Paper
Award
受賞