

# 南アフリカの 原子力新規建設プログラム

プムズィレ・ツェラネ  
NecsaグループCEO



第50回原産年次大会(2017年4月12日)

- 南アフリカ原子力公社 (Necsa)
- 南アフリカの原子力政策
- 南アフリカの電力に関する統合型資源計画 (IRP 2010-2030)
- 原子力が必要となる理由
- 南アフリカに提案される原子力プログラム
- 原子力事業者としての当社の経験
- 南アフリカの原子力建設プログラムの進捗状況
- 現地化
- 国際原子力産業界研修
- 最新の現状
- 日本に対する期待事項

# 南アフリカ原子力公社 (Necsa)



- 原子力および放射線科学技術分野での研究開発を実施して振興し、これらを一般に利用可能にする.

研究から製品までの全面的なバリューチェーンを推進する

- 原料物質、特殊核物質、禁止物質を加工し、原料物質および核物質を再処理し濃縮する 加工・処理

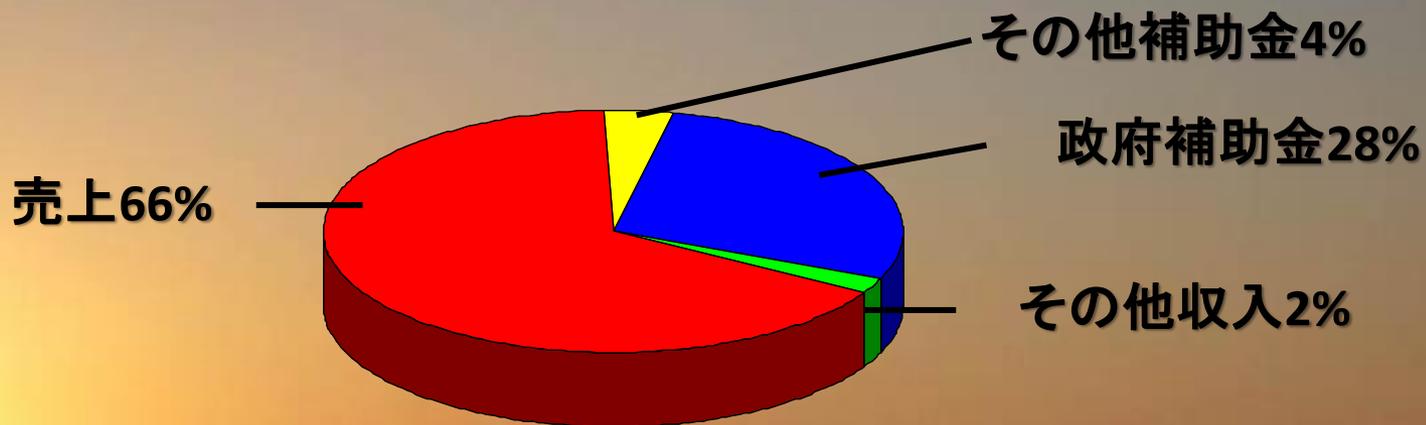
- これらの機能に該当する事項に関して、個人や機関と協力する.

競争力を維持し、実際的な価値を持ち、評価を受け、認められる

政府に代わって制度的責任を果たす(SAFARI-1の運転および活用、廃止措置、廃棄物管理、国際的義務など)

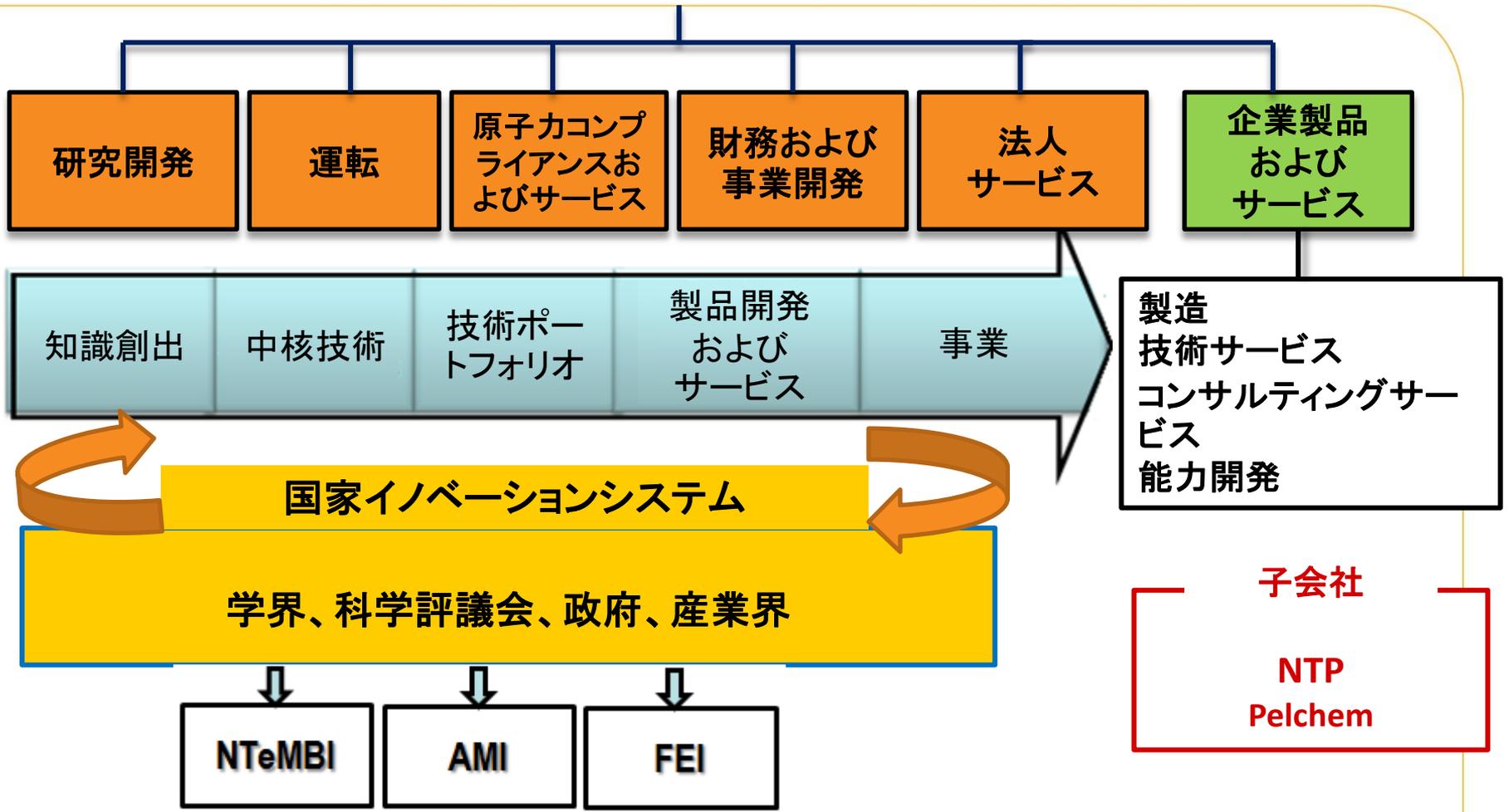
責任を果たし、安全かつ効率的に準拠する

# Necsaグループ



South African Nuclear Energy Corporation SOC Ltd

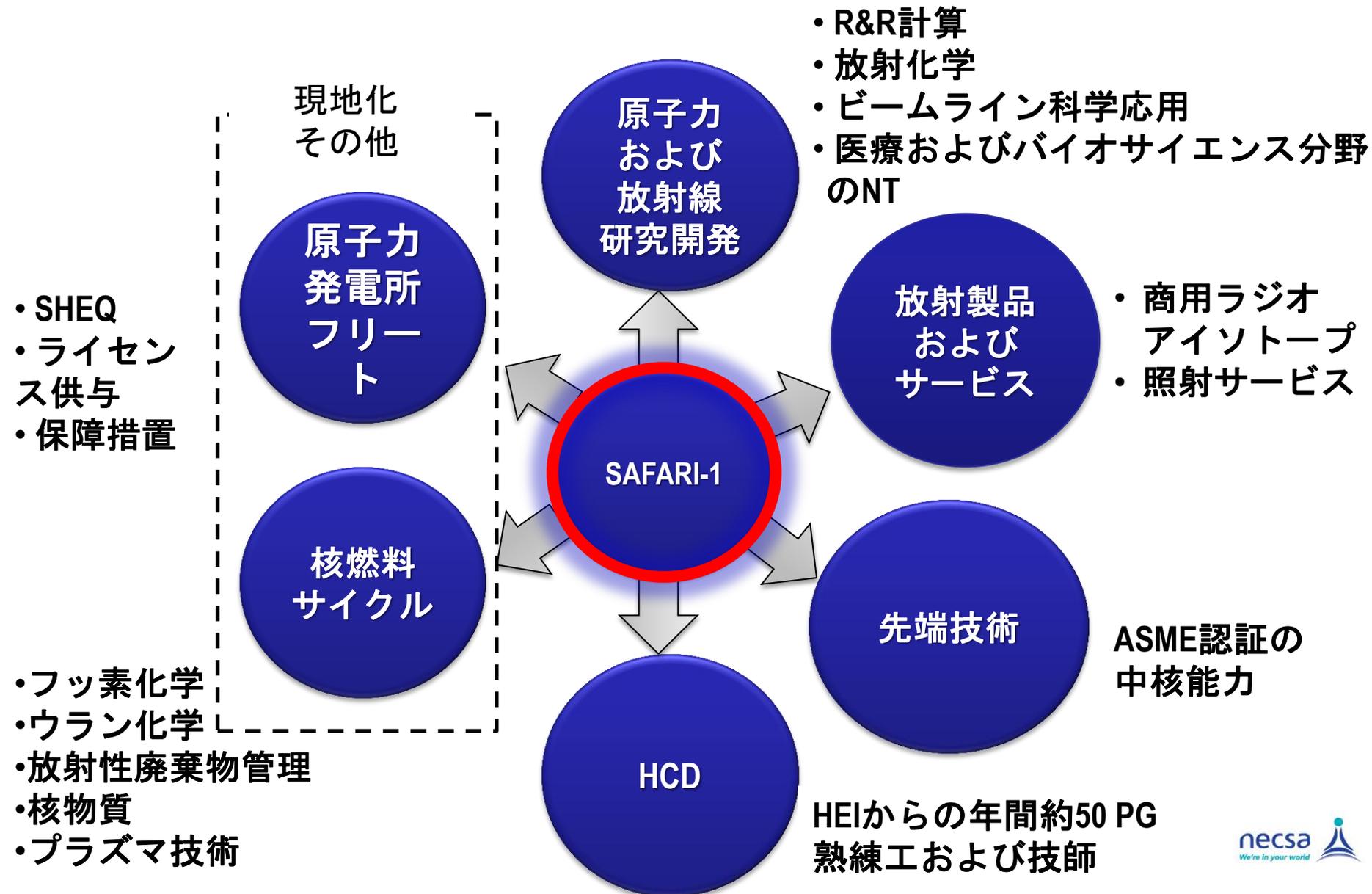
# 部門構造



# Necsaの提供するサービス

- 放射能測定
- 放射能および原子炉計算
- 非侵襲プラント調査
- 非破壊試験
- 廃止措置、除染、サイト浄化
- 放射性廃棄物管理
- 保障措置
- 放射線防護サービス
- 校正および分析サービス
- 原子力製造

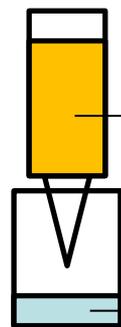
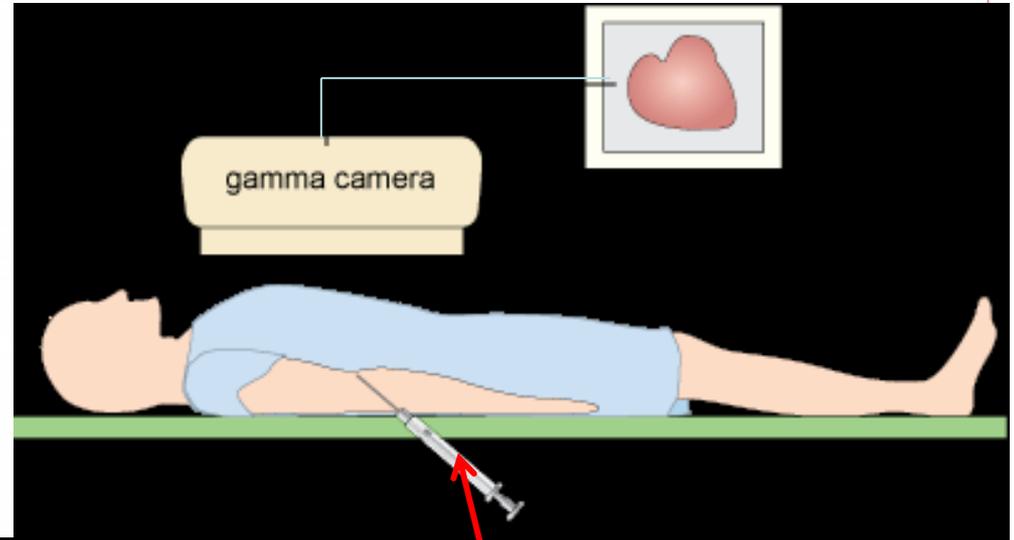
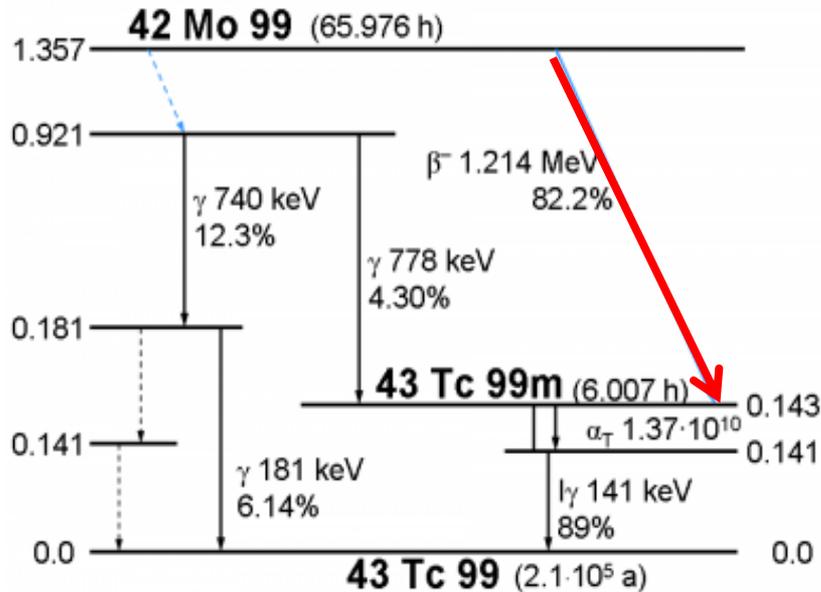
# Necsaの戦略的重点分野および卓越性



# NTP Radioisotopes SOC Ltd



# テクネチウム99



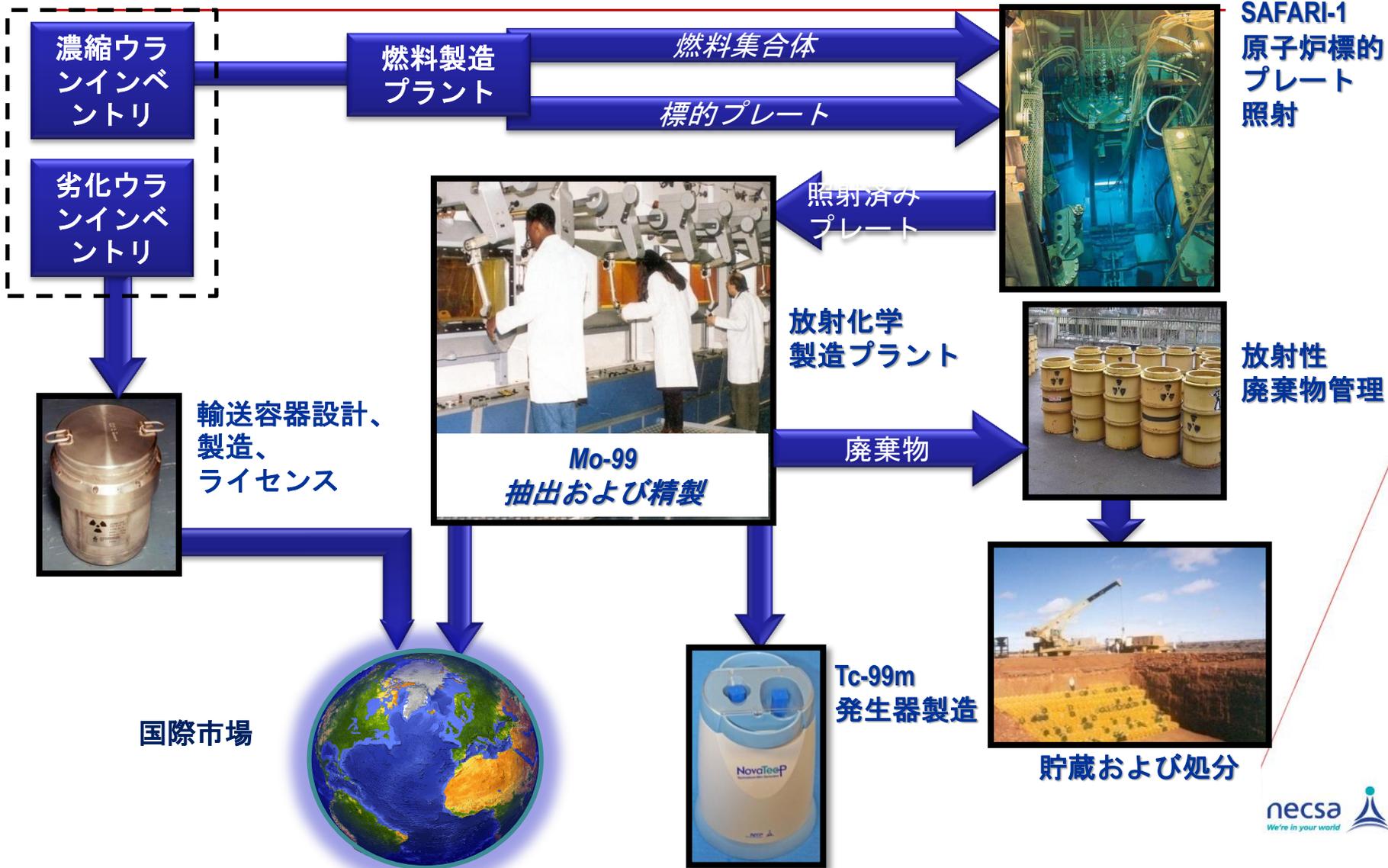
イオン交換樹脂  
Moイオンを強く保持  
Tcイオンを弱く保持

Tc

放射化学

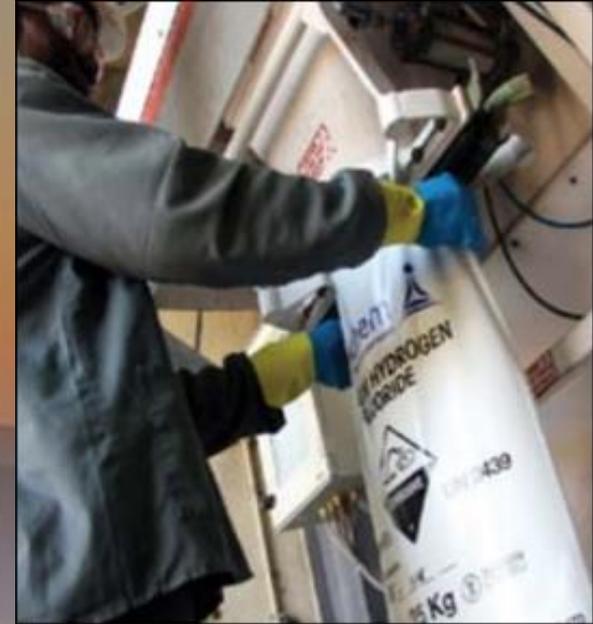
Tc放射性医薬品

# NTPでのMo-99製造

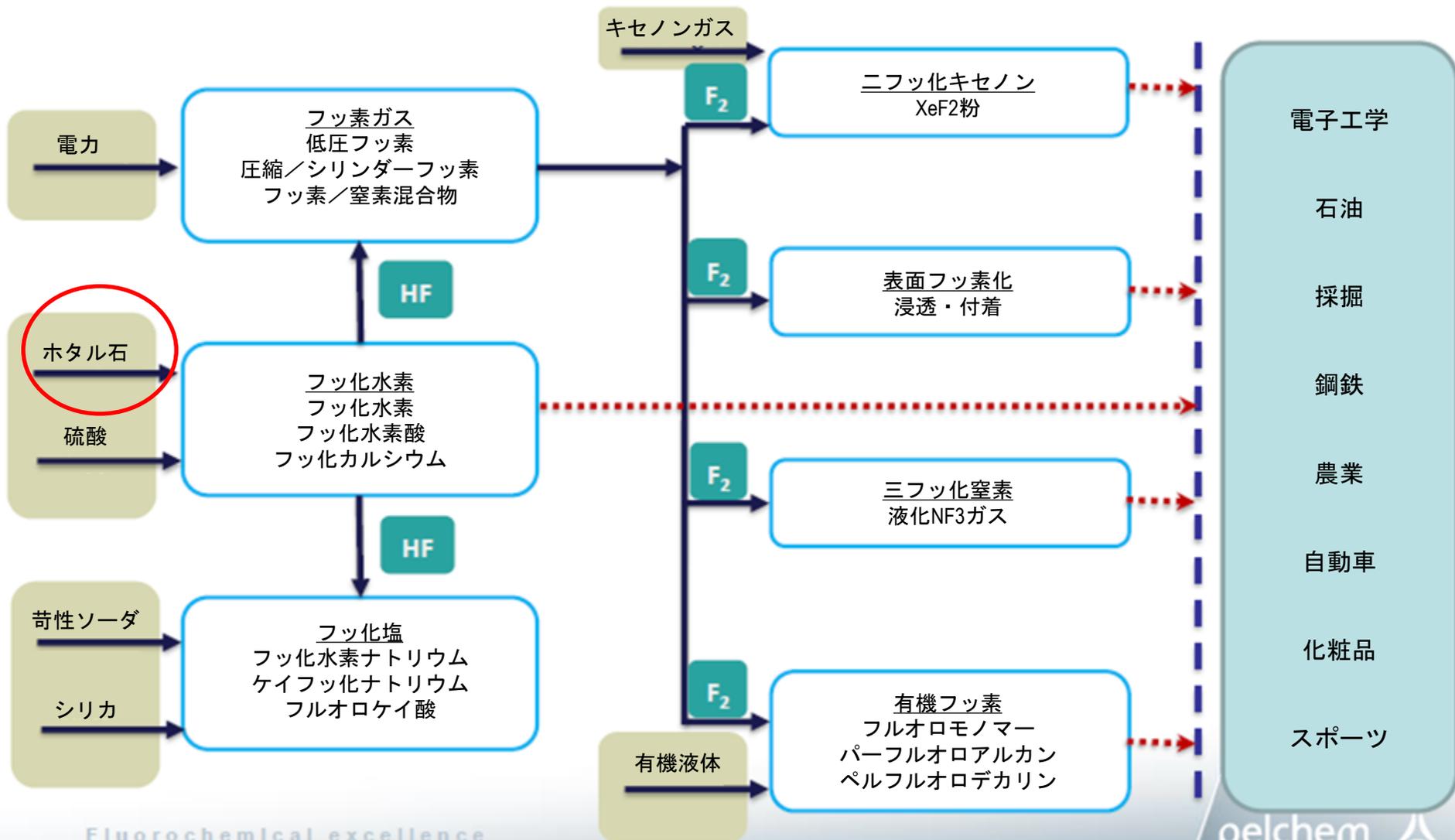


# Pelchem SOC Ltd

- 専用および汎用フッ素化学製品を製造・供給する（6大陸・27カ国に25種類の製品）
- フッ素化学事業ポートフォリオを運営、管理し、成長させ、フッ素化学拡大イニシアチブ（FEI）で主導的な役割を果たす
- 将来の南アフリカ原子力プログラムのために、HFおよびフッ素技術を保持する



# Pelchemの処理フロー



# 南アフリカ 原子力政策(2008年)



- 南アフリカの原子力見通しは2008年原子力政策に基づく。原子力新規建設プログラムに関する主な政府目標として、以下のものが挙げられる
  - 原子力システムの設計、製造、建設にかかわる国内産業の能力を確立して、重要な電力供給オプションとして原子力を推進する
  - 社会経済変革、成長、発展に向けた国家プログラムに貢献する
  - 生活の質を向上させ、科学技術の進歩を支える
  - 長期的に、原子力セクターで世界的なリーダーシップと自給自足を達成する

**ウラン:** Necsaはウランバリューチェーンおよびウラン加工・処理に参加し、ウラン供給を貯蔵する

**転換:** 政府はNecsaを通じ、ウラン加工・処理の一部として、ウラン転換能力の発展を主導する。転換プロセスへの民間セクター参入を奨励する

**濃縮:** 政府はNecsaを通じ、ウラン濃縮能力の発展の可能性を調査し、同時に、確立されたウラン濃縮プログラムにアクセスして、供給の安全保障を徹底させる

**燃料加工:** 政府はNecsaを通じ、核燃料加工能力を発展させる戦略を設計する。政府は、中間期間に、確立された燃料加工プログラムにアクセスして、供給の安全保障を徹底させる

- Necsaは、原子力建設プログラムの現地化に貢献する
- 当社は、ASME III認証を取得し、重要な原子力機器を製造することを許可されたアフリカ大陸で唯一の企業である
- 既存の研修プログラムを通じて、自動車産業や鉱業など、国家経済の重要セクターに展開する多くの熟練工と技師を育成している
- エネルギーに対するNecsaの意見は、南アフリカ経済に新しい活力を与えることを目的とする。原子力の拡大は、南アフリカの幅広い工業化プロセスの一部と見なされるべきである

# 南アフリカ 統合型資源計画 (IRP) 2010-2030



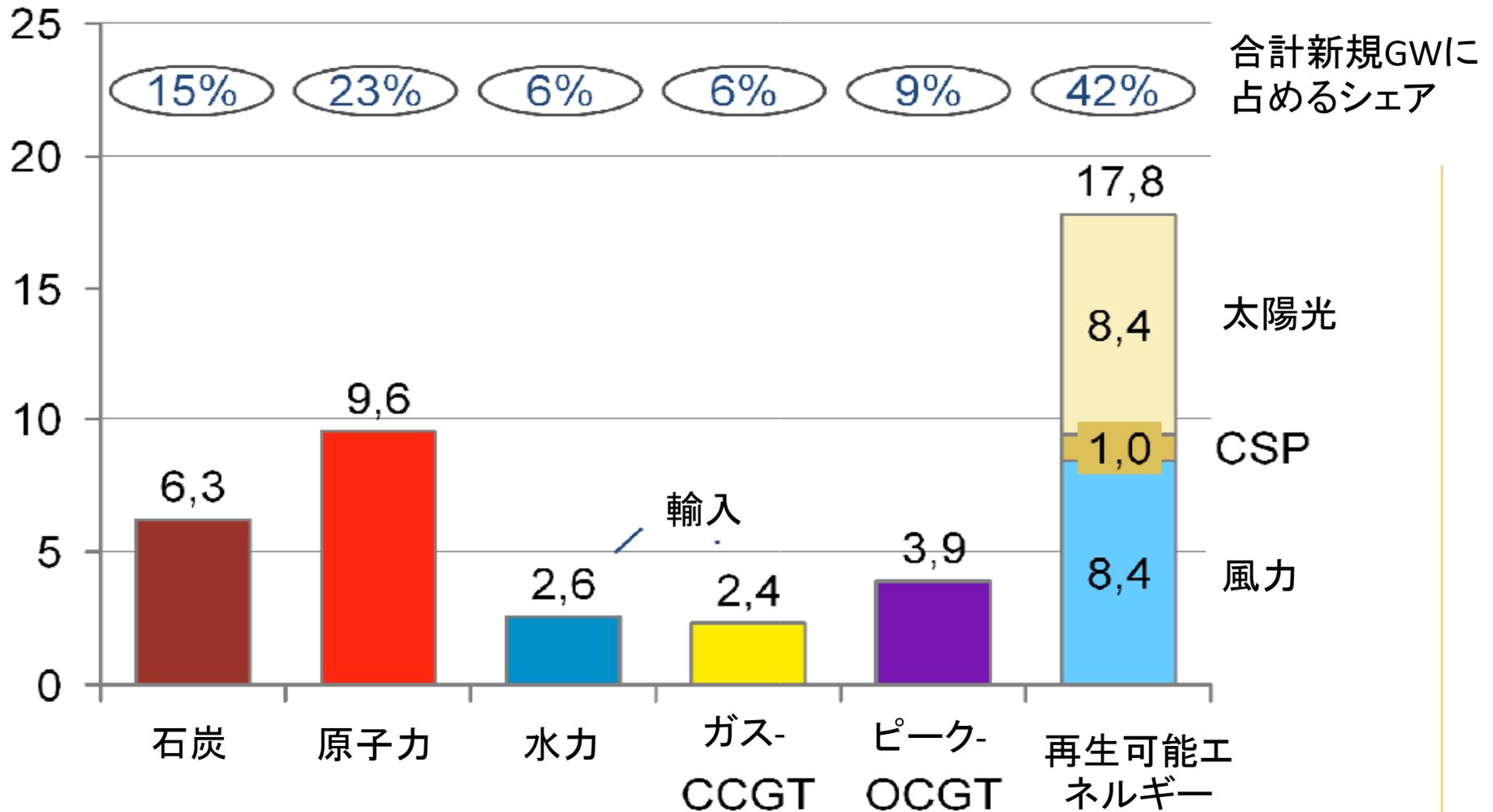
南アフリカのIRP2010計画は、2030年までに新規発電設備容量の23%を原子力で補うことを想定している

多くの先進国はすでに、400基以上の原子力発電所で電力を生産している

*NASA防衛気象衛星計画(DMSP)  
提供の写真*



# 各種エネルギー源の配備



# 南アフリカの 原子力緊急課題



南アフリカはエネルギーの制約に直面し、以下を求めている

- 電力の安定供給を実現する
- 経済が競争力を維持するための信頼できるエネルギー供給を実現する
- 高経年化するエネルギーインフラを更新し、開発アジェンダを促進する
- 貧困根絶の鍵として、最新のエネルギーサービスへのアクセスを提供する
- 炭素排出量を2020年までに34%削減し、2025年までに42%削減する。これには、よりクリーンなエネルギー発生技術が必要となる
- 利用可能なすべてのエネルギー源を投入して、エネルギー供給の多様性と弾力性を高める

# 南アフリカに提案される 原子カプログラム



- 総発電設備容量9,600MWの原子炉フリートを調達する
- NecsaのSAFARI-1研究炉の代替として、多目的研究炉(MPR)を調達する
- 現地で入手可能な鉱物資源を加工・処理し、NNBプログラムへのインプットとして役立つ政策枠組みを策定する
- 現地生産された核燃料を原子炉フリートの全稼働期間にわたって供給するため、核燃料サイクル技術を獲得する

- 関連する技術と能力を調達し、必要に応じて、南アフリカで前記すべての建設を実施する
- 南アフリカの原子力セクター専用の技術開発プログラムを確立、開発、維持する
- Necsaの原子力機器および設備の設計製造に関するASME IIIおよびASME VIII認証を活用して、NNBプログラムの実施期間中、地域的意義が徐々に理解されるようにする
- 資金調達および融資モデルが政府によって評価されている

- サプライヤー開発プログラムを実施して、南アフリカのバリューチェーンを確立し、NNBプログラムに地域的意義のインプットを提供し、原子力発電所の稼動期間にわたって維持する
- 南アフリカの新規建設プログラムは、2030年までに9.6 GWを設置することで、4,000億ランドを超えるものと見積もられる。現在、いくつかの資金調達モデルが分析されている。1兆ランドという数字は、報道でよく目にするが事実無根である。国際的比較によると、南アフリカの原子力新規建設プログラムに1兆ランドかかるとは考えられない

# 南アフリカの 原子力経験



# 南アフリカは古くからの原子力利用国である

クーバーグ発電所



SAFARI-1研究炉



**SAFARI-1研究炉は52年、  
クーバーグ原子力発電所は  
32年が経過している**

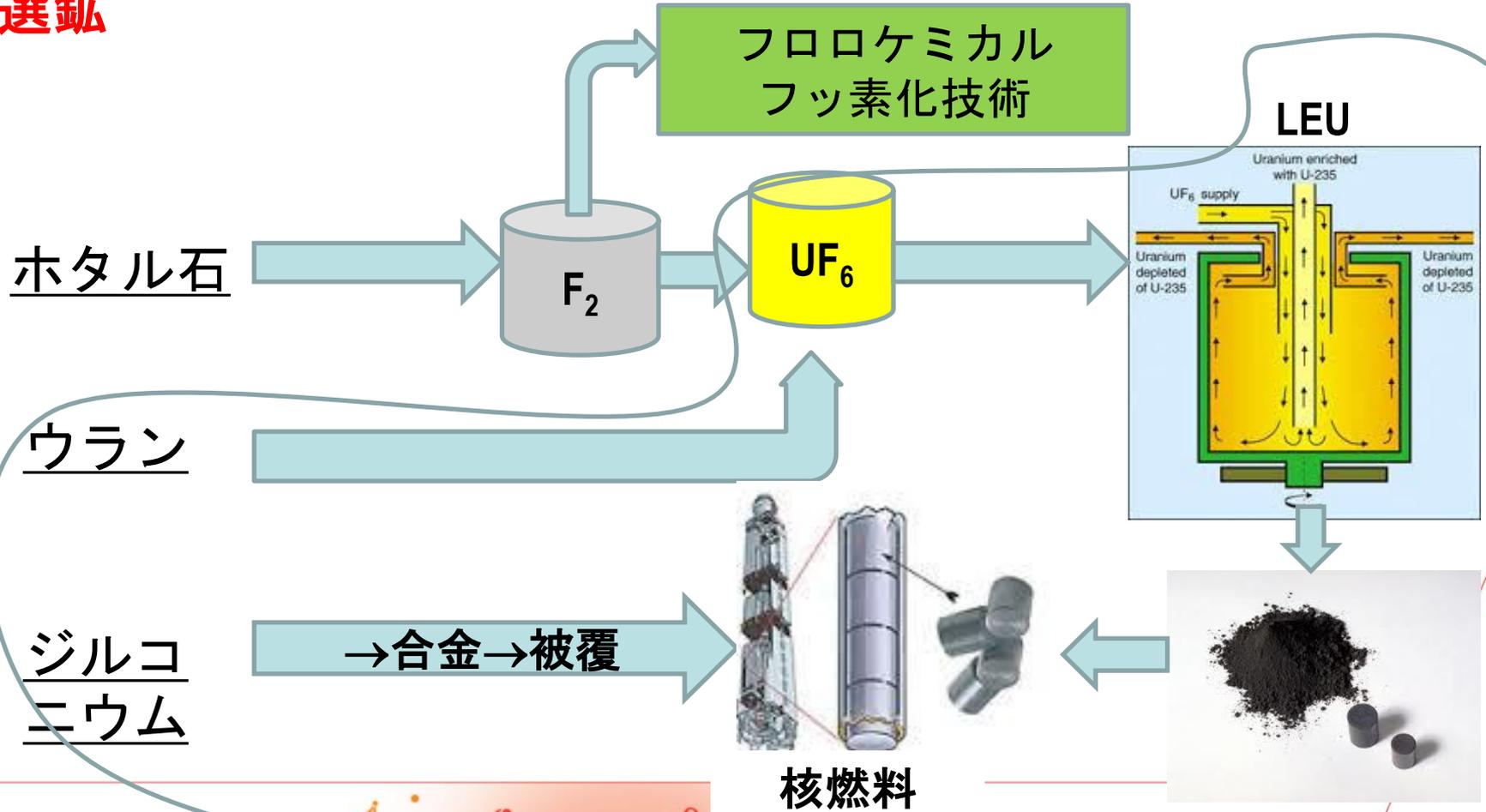
- クーバーグ原子力発電所は、これまで32年間、ベース負荷電力を高い効率、安全性、信頼性で西ケープ州に供給してきた
- SAFARI-1研究炉は、2015年3月18日に安全運転50周年を迎えた。同施設は、放射性医薬品製造能力を通じて、世界に科学的ソリューションを提供し、毎年数百万人の命を救っている
- SAFARI-1とクーバーグは、南アフリカに高度な原子力施設を運営、管理、改修する能力があることを国際社会に実証した

# 核燃料サイクル物質の 加工・処理および管理

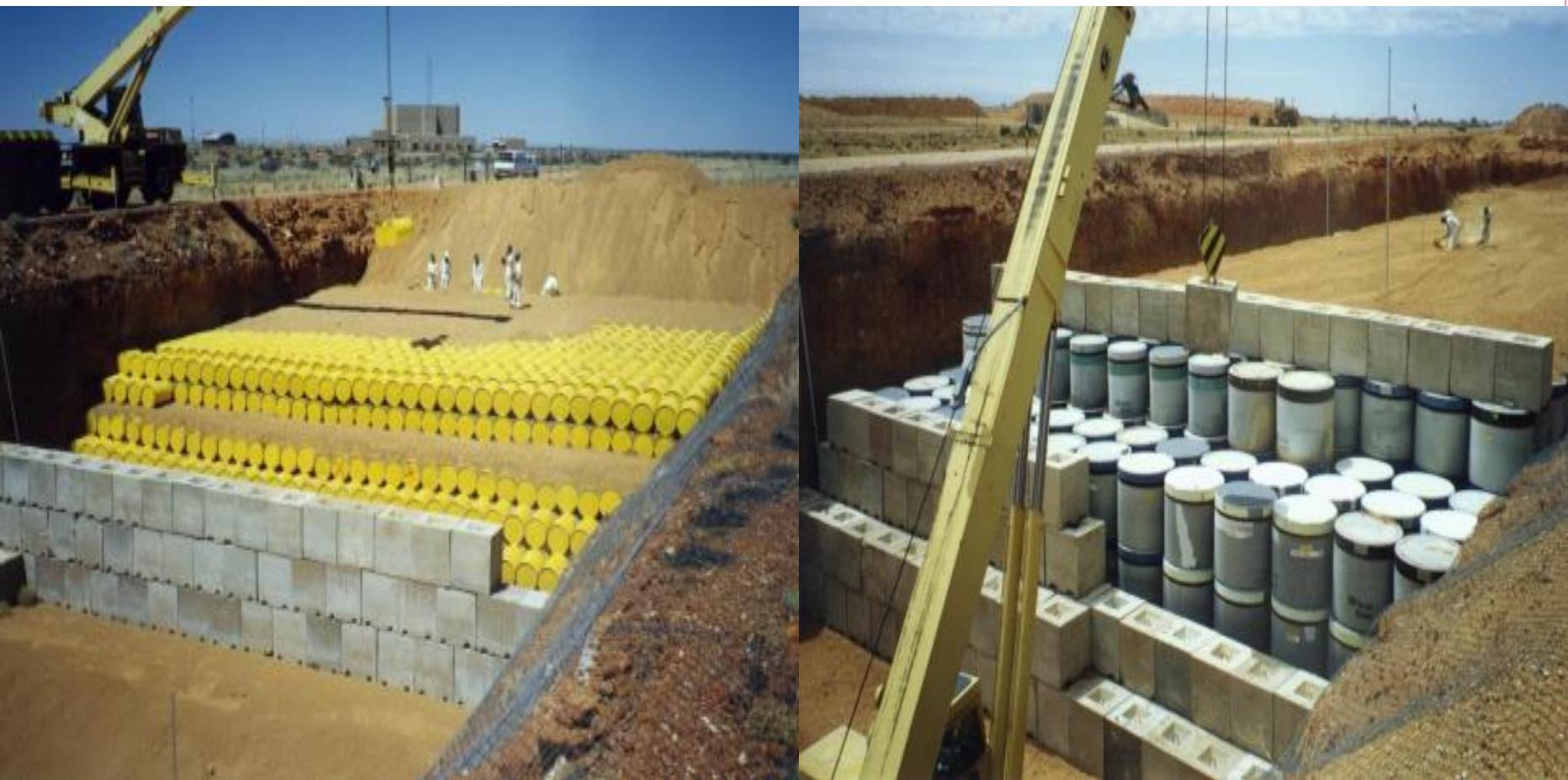


# NFCおよび物質の加工・処理

## 選鉱



# ヴァールプッツでのLLWおよびILW処分



事業は国家放射性廃棄物処分機関に移管される

# 放射性廃棄物科学技術



HLW処分施設の開発  
支援

Mo廃棄物の流れから  
貴重な濃縮ウランを  
最適な方法で回収する  
ための研究



# 原子力製造



# NMC：現地化の準備（原子力発電所）

現地化のすべての分野を短期的に確立できるわけではない  
製造は適当な入口となる

- 技術を構築し、品質要件に適合する段階的アプローチ
- 初号機から現地化が可能となる
- 学習曲線の影響（時間および費用）が生じる



# 製造を通じた現地化ー続き

Necsaの現地化アプローチ：

- 新規建設プログラム向けに特定された製品の現地化
- 核燃料、容器、配管、機器
- 原子力発電所のサービス保守要件
- 上記の特定された機器の世界的な登録サプライヤー
- 合弁事業および提携
- 商用のみ



# NMC認証

## 現時点で保有する認証

- ISO 9001
- ISO 3834
- OHSAS 18001
- ASME VIII Uスタンプ
- ASME III Nスタンプ
  - NPTクラス1、2、3 CSおよびMC機器
  - NSクラス1、2、3 MC支持構造物
  - NAクラス1、2、3工場組立



# 原子力技能開発センター

Necsaサイトでの技能訓練

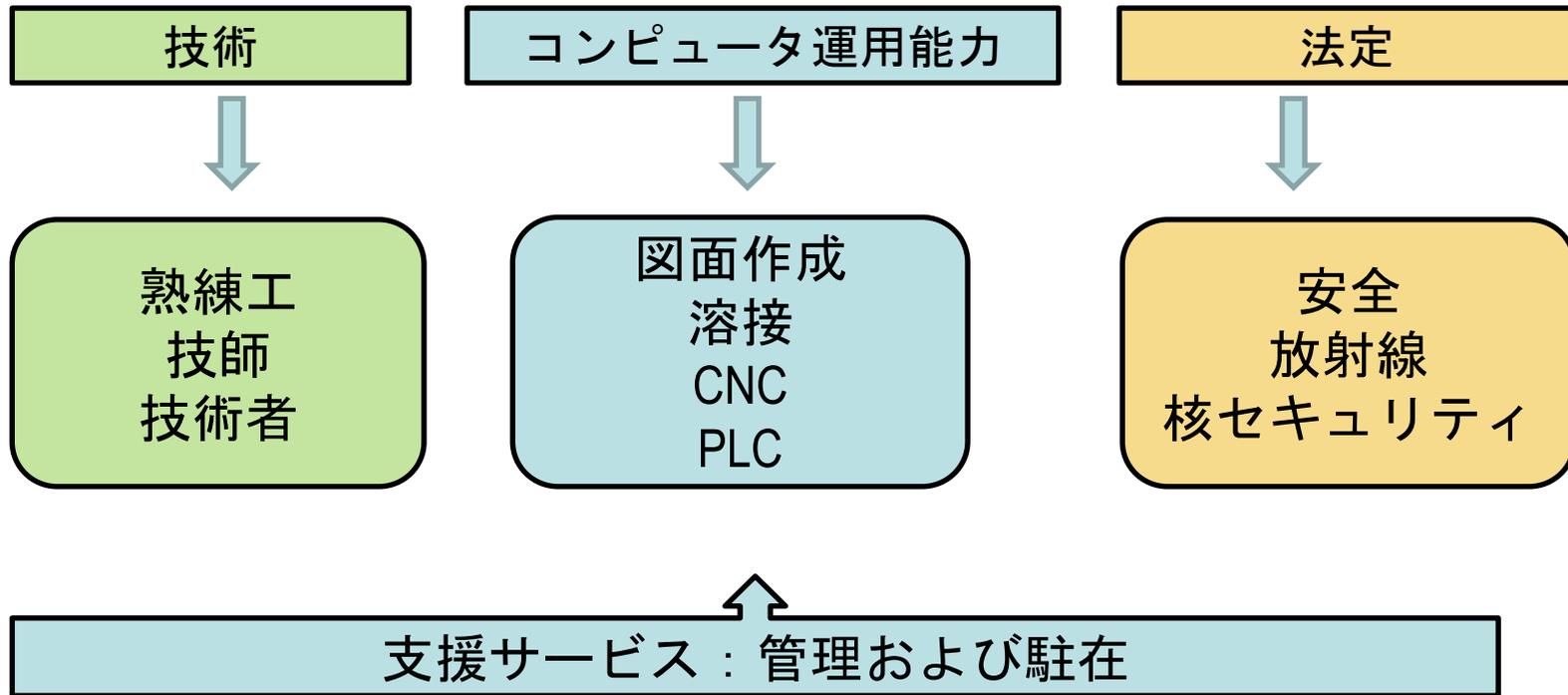
7000 m<sup>2</sup>

12/03/2008

250人収容



# 実施分野



正式な研修認定



# 南アフリカの 原子力建設プログラムの 進捗状況



# 南アフリカの原子力プログラムの推移

1986

- 1.8 GWeのクーバーグ原子力発電所が全面稼働
- 南アフリカ初、唯一の稼働中の原子力発電所

1998

- 国家エネルギー白書が内閣に承認される
- 原子力オプションが将来的に可能になる

2006

- Eskom (国営電力会社) が新規原子力発電所の調達および用地選定を開始する
- 入札プロセスが2008年に中止される

2008

- 内閣が2008年原子力政策を承認する(意見公募を含む)
- 将来の南アフリカ原子力プログラムに関する制度枠組みおよび取り組み

2011

- 統合型資源計画 (IRP 2010-2013) が内閣に承認される
- 2030年までに9.6 GWeを原子力が占める。2023年に最初の発電所
- 国家原子力執行調整委員会(内閣レベル)が内閣の承認により設置される

2012

- 国家開発計画2030が内閣に承認される
- 原子力プログラムの段階的意思決定アプローチが内閣に承認される

## 南アフリカの原子力プログラムの推移(続き)

2013

- 総合原子力インフラレビューミッションの完了
- エネルギー省が省庁に指定される

2014

- 緊急時対策レビューミッションの完了
- 国家放射性廃棄物処分機関の立ち上げ
- SONA – 原子力がエネルギーミックスの9GW以上を占める

2014

- ロシア連邦、フランス、中国と政府間協定を締結する  
(米国と韓国が締結し、日本が保留中)

2014

- ロシア連邦、フランス、中国、米国、韓国とのベンダーパレードが実施される

2015

- 日本およびカナダとのベンダーパレードが実施される – 前準備を完了
- 商用調達プロセス – 第2四半期
- 調達の戦略的パートナー選定 – 2015年末

2016

- 11月2日、原子力新規建設プログラムの手始めとして、EskomおよびNecsaから構成される合同調達チームを編成
- Eskomが原子力発電所建設の担当事業者となる
- Necsaは、核燃料サイクルと新規の多目的原子炉の担当事業者となる
- 2016年12月20日、ESKOM/Necsaの合同RFIが発行される

# 南アフリカと 供給国との 政府間協定



- 原子力建設プログラムへの参加意思を表明した供給国との間で、政府間協定(IGA)が締結された
- 現在のところ、南アフリカは、中国、フランス、ロシア、米国、韓国と締結している
- IGAが内閣の審議にかけられ、批准のため議会に提出された
- これらのIGAは、原子力技術を巡る協力、貿易、交換、調達の基礎を築いた
- IGAは原子力協力の幅広い分野も規定し、南アフリカと協力する各国に固有のニーズ、関心、能力に基づく重点が異なる
- 各供給国への南アフリカの関与に関する規則を定める

- 原子力新規建設プログラム全体を網羅する協力分野
  - － 原子力発電所技術および建設
  - － 多目的研究炉技術および建設
  - － 融資および商業的事項
  - － 製造、産業化、現地化
  - － 人材および技能開発
  - － 公衆意識向上および情報センター
  - － 安全、責任、ライセンス供与
  - － 核燃料サイクル(前処理および後処理)
  - － 原子力用地選定および許可
  - － 核不拡散問題

# 現地化



2016年3月、英国を拠点とする調査コンサルティング会社、Trusted Sources (TS) によって、「South Africa: The Economics of Nuclear Energy (南アフリカ:原子力の経済的側面)」と題された独立報告書が作成された。現地化に関連する主な調査結果は、以下のとおりである

- 原子力エネルギーを初めて開発することや、南アフリカのように小規模な既存設備容量と科学技術能力を大幅に拡張することは産業界にプラスの刺激を与え、原子力新規建設への投資により、現地化が図られ、技能基盤が整備される
- 想定される現地化の程度は、主要ベンダーおよび技術の選定に応じて変わる。「現地化なし」のシナリオ(原子力開発なし)と比較して、2とおりのレベルの現地化の全体的な経済成長への影響をモデル化した。基準レベルは15%現地化であり、フランスやロシアなど、想定される供給国から示された最大現地化レベルに基づく高レベルのケースは45%である

以下の表に、2とおりの現地化シナリオをモデル化するために使用されるパラメータを示す

シナリオ	シナリオA	シナリオB
現地化	15%	45%
現地経済への投資	15% * 500億ドル = 75億ドル	45% * 500億ドル = 225億ドル
最初5年間の投資	30% * 75億ドル = 22億5,000万ドル	30% * 225億ドル = 67億5,000万ドル
プロジェクトの残りへの投資	75億ドル - 22億5,000万ド ル = 52億5,000万ドル	325億ドル - 97億5,000万ド ル = 157億5,000万ドル

GDPは、現地への投資および産業の活発化への影響に敏感に反応する

最高レベルの現地化(シナリオB)では、年間平均GDP成長率は現地化なしのシナリオより0.007%高くなり、15%現地化シナリオ(シナリオA)では、これに相当する数値は0.002%高くなる

これらの増加はわずかではあるが、最大投入が22年間で500億ドルのわずか45%であり、毎年のGDPが3,000億ドル超であることを考えると無視できない

原子力発電所の開発投資の45%現地化に起因するGDP増加分の現時点での米ドル換算の金銭価値を集計することで、この貢献の規模に関して別の見通しを得ることができる

その数値は773億ドル(15%現地化シナリオの260億ドルと比較して)、すなわち、南アフリカの現在の年間GDPの約4分の1である。これは国内産業への225億ドルの「現地」投資に相当し、モデルによると、約3.4倍というかなりの乗数効果となる

# 国際原子力産業界 研修ツアー



南アフリカの原子力産業界代表団は、以下の国際供給国への研修ツアーを実施した

- フランス
- 韓国
- 日本
- ロシア

- 国際供給国への研修に続き、南アフリカ産業界の能力を見極めるための評価が実施された

# 最新の現状



2016年11月1日および2日の内閣閣議の後、以下の決定が下された

- 内閣は、2008年原子力政策に従い、Eskomを原子力発電所の担当事業者および調達者に指定した
- 内閣は、南アフリカ原子力公社(Necsa)を核燃料サイクルおよび多目的原子炉の担当事業者および調達者に指定することも承認した
- エネルギー省は引き続き、原子力建設プログラムの政策決定および調整部局として、委任事項に基づき行動する
- 2016年12月20日(2017年4月末の締切)、ESKOM/Necsaの合同RFIが発行された
- 正式RFPが発行される見通しである

# 日本に対する期待事項



- 南アフリカの新規建設プログラムの調達が始まった
- 次の段階はRFP発行となる
- RFP発行に続いて交渉と契約が行われる
- この時点でベンダー要件が規定され、合意される
- 現段階では、南アフリカは原子力技能開発に関する提携を求めている

ご清聴ありがとうございました

