

日本原子力学会 新型炉部会セッション
GIF 第4 世代炉国際フォーラムの現状と今後について

(1) GIF の今後の10 年について
1) 戦略計画議論

2013年9月4日

佐賀山 豊

GIF名誉議長、原子力機構理事長補佐

本日の報告内容

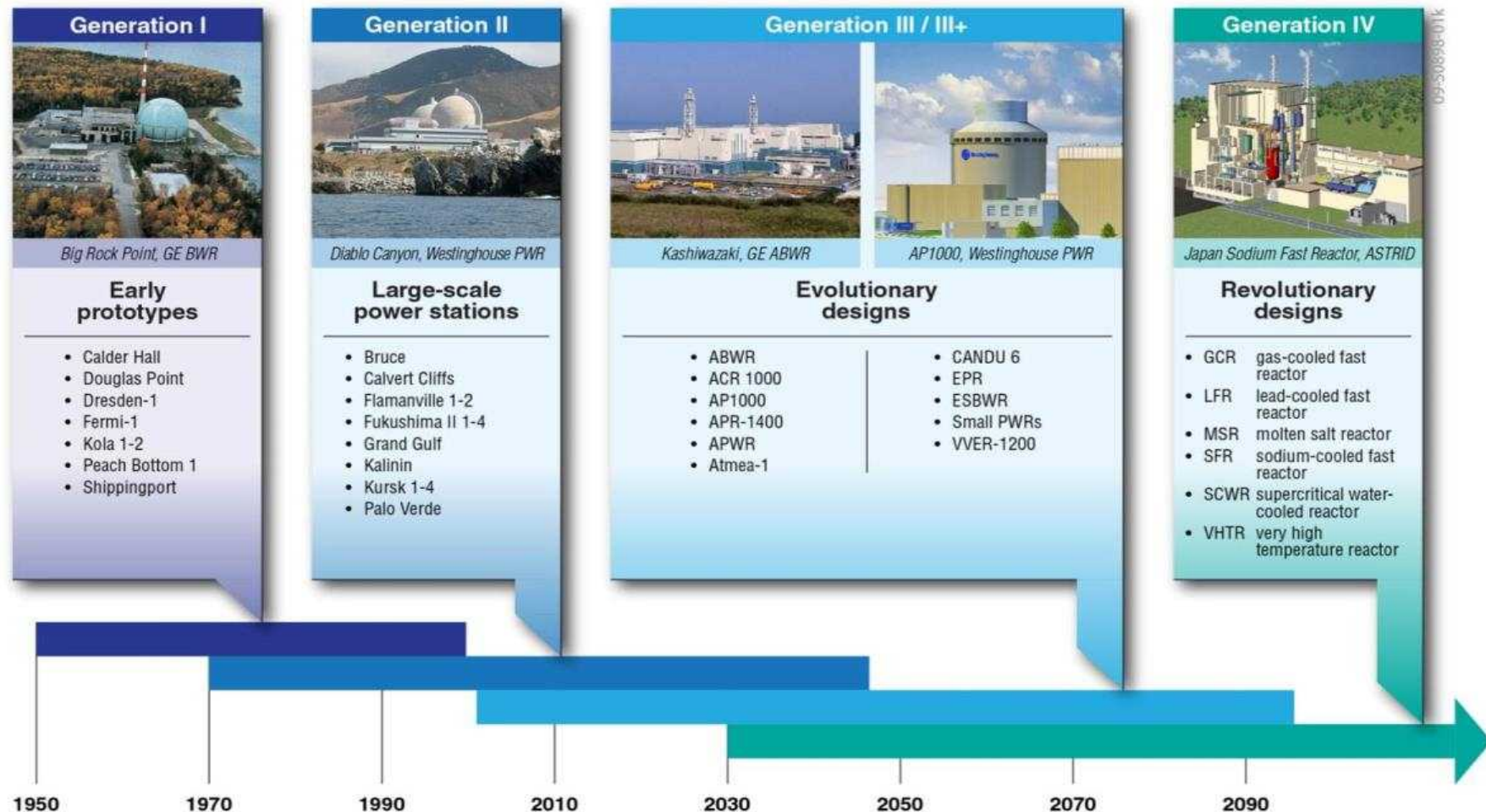
1. GIFのこれまでの歩み

- ✓ 開発目標
- ✓ 6システムの選定
- ✓ 技術ロードマップの策定
- ✓ 運営組織
- ✓ SFR安全設計クライテリア (SDC)
- ✓ GIFシンポジウム

2. GIFにおける課題と今後GIFに期待される役割

発電用原子炉の「世代 (Generation)」

- 現行の発電用原子炉は、概ね第2～第3世代炉。
- 今後の次世代炉として、**第3+世代炉**(EPR、ESBWR等)や**第4世代炉**がある。
 - **第3+世代炉**は、第3世代炉に対してより先進的な安全方策を導入。
 - **第4世代炉**は、2030年頃の実用化を目標として、**第4世代原子炉システム国際フォーラム**(**GIF: Generation IV International Forum**)の場等で開発が進められている。



GIF設立後これまでの10年

2000年 1月 「GIF設置に関する共同声明」の発出

2001年 7月 「GIF憲章」の署名

* 2001年7月に9か国が署名。その後、2002年にスイス、2003年にEuratom、2006年に中国、ロシアが署名。

2002年 7月 6つの革新的原子力システムの選定

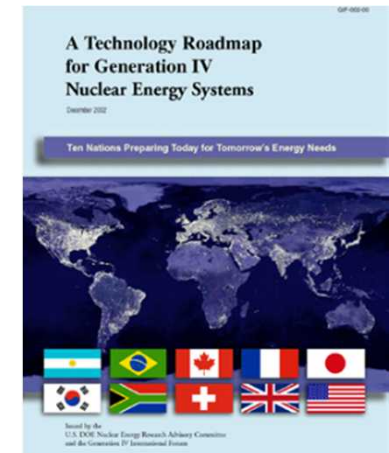
2002年12月 「GIF技術ロードマップ」の完成

2005年 2月 枠組み協定(FA)の署名

2006～2010年 6つのGIFシステム全てについて、「取決め」或いは「覚書」が署名された。

2011年 7月 「GIF憲章」の延長が署名された。

(注: 今後は自動延長。)



GIF技術ロードマップ



枠組み協定の署名
(ワシントンD.C.)

GIFをリードする国々

議長

副議長

2003年～ 米国 マグウッドDOE次官補



仏、日

2006年～ 仏国 ブシャールCEA局長



日、米

2009年～ 日本 佐賀山文科省参与

米、仏

2013年～ 米国 ケリーDOE次官補代理



仏、日

意欲的な技術開発目標（分野）として以下の4つを定義。

①安全・信頼性

（安全かつ高信頼な運転、施設外の緊急時対応が不要であること）

②持続性（核燃料の効率的利用、放射性廃棄物最小化）

③核拡散抵抗性・核物質防護

（軍事転用の魅力が低く、盗取困難。耐テロ性）

④経済的競合性（ライフサイクル・コストで他エネ源を凌駕する）

開発目標と設計仕様

開発目標		設計仕様の例
安全・信頼性	安全・高信頼な運転	・ 通常運転時における高い安全性・信頼性
	炉心損傷の防止	・ 事故頻度の最小化、事故時でも炉心損傷を発生させない設計
	施設外の緊急時対応が不要	・ 放射性物質放出の可能性・量を最小化するようにシビアアクシデントの制御、緩和が出来る安全系
持続性	放射性廃棄物最小化	・ マイナーアクチニド（MA）燃焼、長寿命FP蓄積防止
	高い燃料利用効率	・ MA燃焼によるウラン資源有効利用（軽水炉から高速炉サイクルへ）
核拡散抵抗性	核不拡散	・ 核物質拡散や制度悪用に対する制度的・技術的対策
	核物質防護	・ IAEA指針・法規、サイクル概念に適した防護システムの採用
経済性	ライフサイクル・コスト	<ul style="list-style-type: none"> ・ 革新技術・材料によるコンパクトなプラントの追求 ・ 高燃焼度、高稼働率

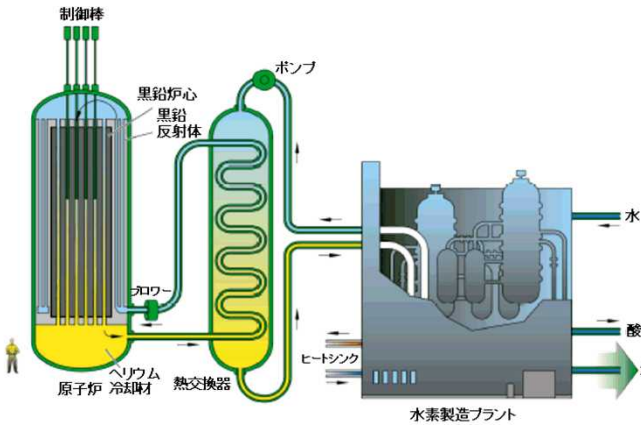
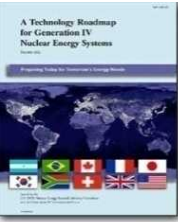
○Gen-IV炉開発における3段階

- ① Viability Phase (成立性確認段階)
- ② Performance Phase (性能確認段階)
- ③ Demonstration Phase (実証段階)

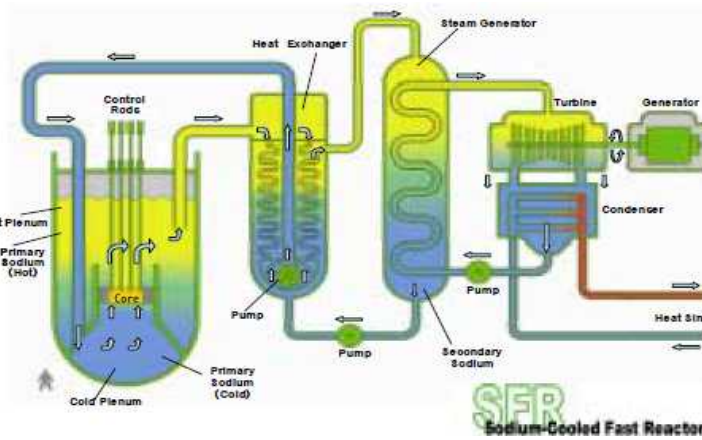
(注) これまでのGIF協力は、①、②が対象。

○実用化目標時期は2030年代あるいはそれ以降。

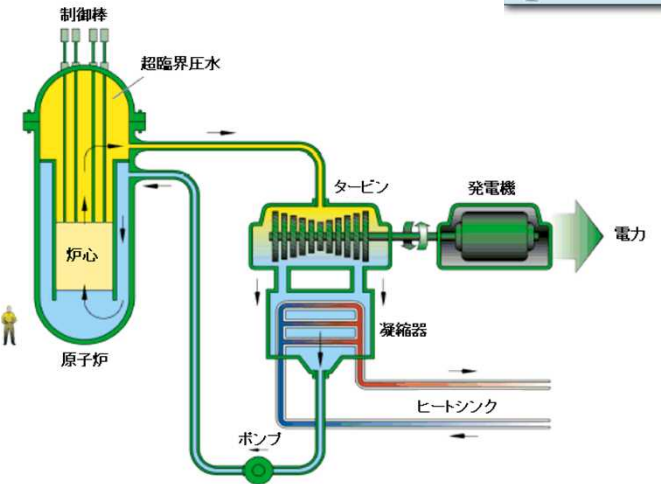
技術ロードマップで選定された第4世代炉の概念



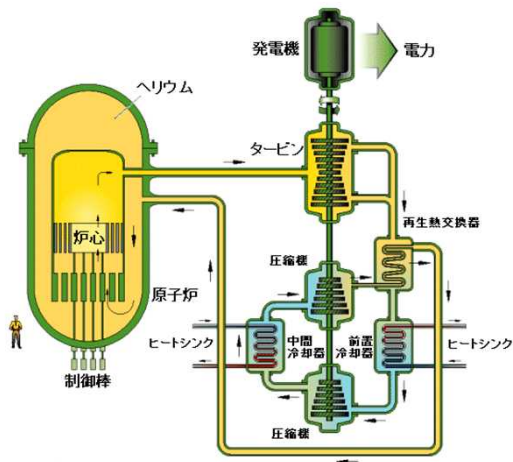
超高温ガス炉 (VHTR)



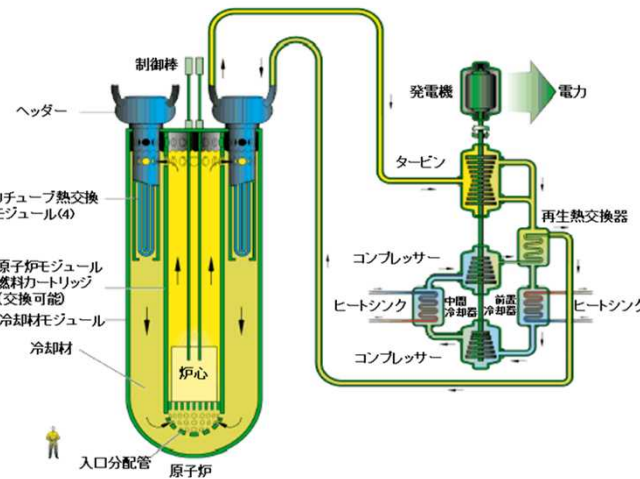
Na冷却高速炉 (SFR)



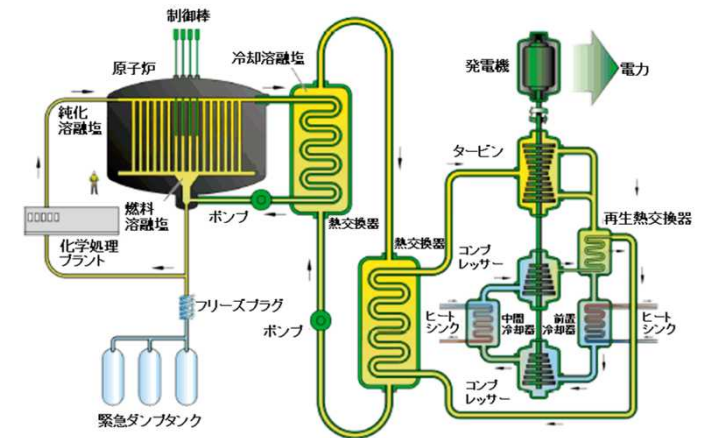
超臨界圧水冷却炉 (SCWR)



ガス冷却高速炉 (GFR)



鉛冷却高速炉 (LFR)



溶融塩炉 (MSR)














GIFで検討中の第4世代原子炉システムの概要

システム	中性子スペクトル	冷却材	出口温度 (°C)	燃料サイクル	出力 (MWe)
超高温ガス冷却炉(VHTR)	熱中性子	ヘリウム	900-1000	オープン	250-300
ナトリウム冷却高速炉(SFR)	高速中性子	ナトリウム	500-550	クローズド	50-1500
超臨界圧水冷却炉(SCWR)	熱中性子/ 高速中性子	水	510-625	オープン/ クローズド	300-1500
ガス冷却高速炉(GFR)	高速中性子	ヘリウム	850	クローズド	1200
鉛冷却高速炉(LFR)	高速中性子	鉛	480-570	クローズド	20-1200
溶融塩炉(MSR)	熱中性子/ 高速中性子	フッ化物塩	700-800	クローズド	1000

発電以外の用途： 水素製造、産業への熱利用、海水の淡水化

GIF システム取決め (SA) への参加国

(GIFメンバー: 12ヶ国と1 機関)

(締結時期)	 カナダ	 フランス	 日本	 韓国	 南ア	 スイス	 米国	 EU	 中国	 ロシア	 英国	 ブラジル	 アルゼンチン
2006年 2月		X	X	X			X	X	X	X			
2006年 11月		X	X	X		X	X	X	X				
2006年 11月		X	X			X		X					
2006年 11月	X		X					X		X			
2010年 10月			X					X		X			
2010年 11月		X						X					

* LFRとMSRは、SAに代わり、MOU (システム取り決め締結に向けた覚書)を締結

X: 署名済

GIF 運営組織

政策Gr (PG)

GIF全体の運営として、参加手続き、規定策定などを行うと共に、他の国際協力活動との相互協力も進める。

専門家Gr (EG)

各システム共通のテーマについて協議する。

システム運営委員会 (SSC)

研究開発の計画作成、協力実施を進める。

プロジェクト管理委員会 (PMB)

協力プロジェクト毎の計画作成、協力実施を進める。

評価手法検討Gr (MWG)

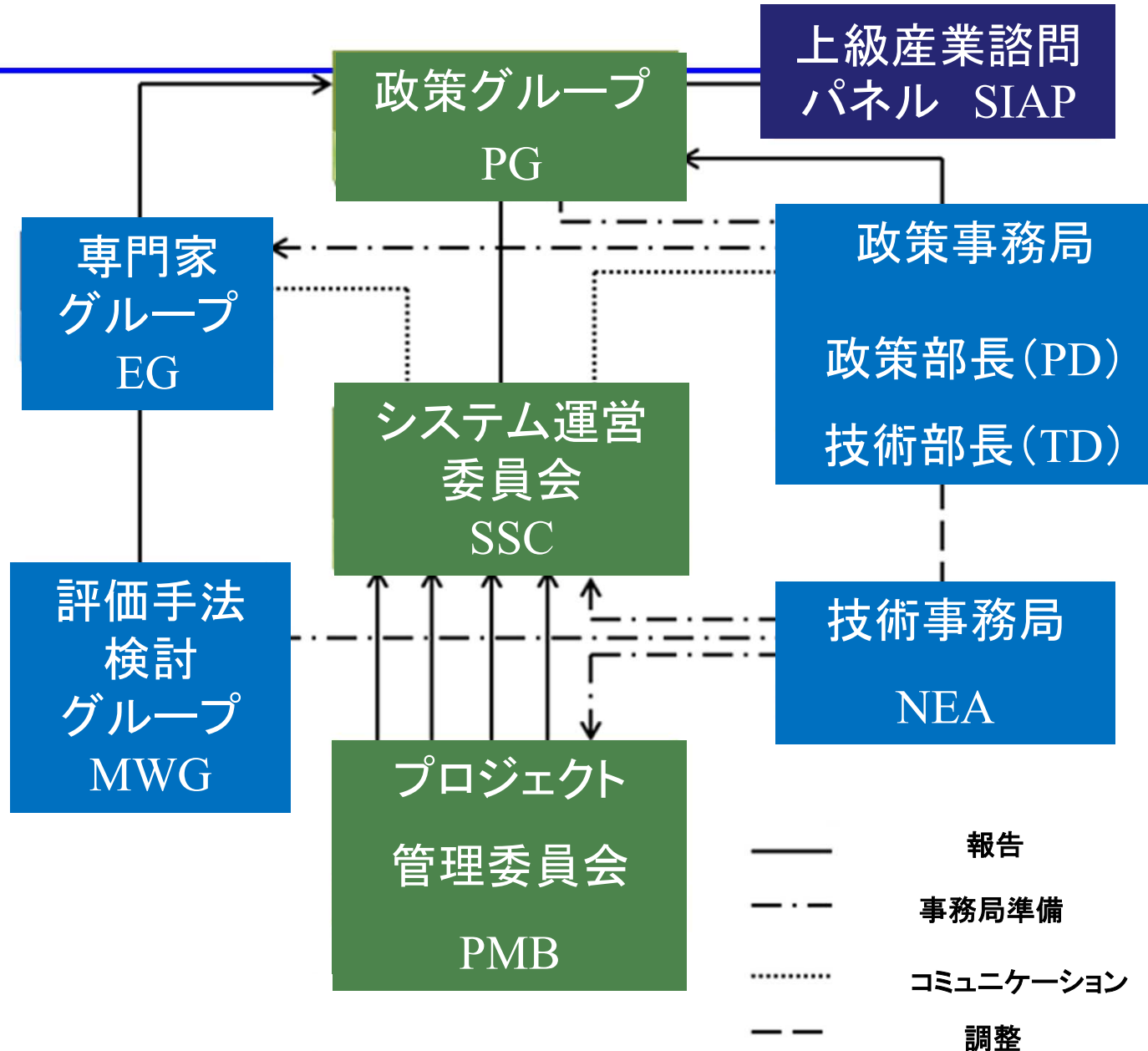
核拡散抵抗性・核物質防護、リスク・安全性、経済性に関する評価手法の検討。

上級産業界諮問パネル (SIAP)

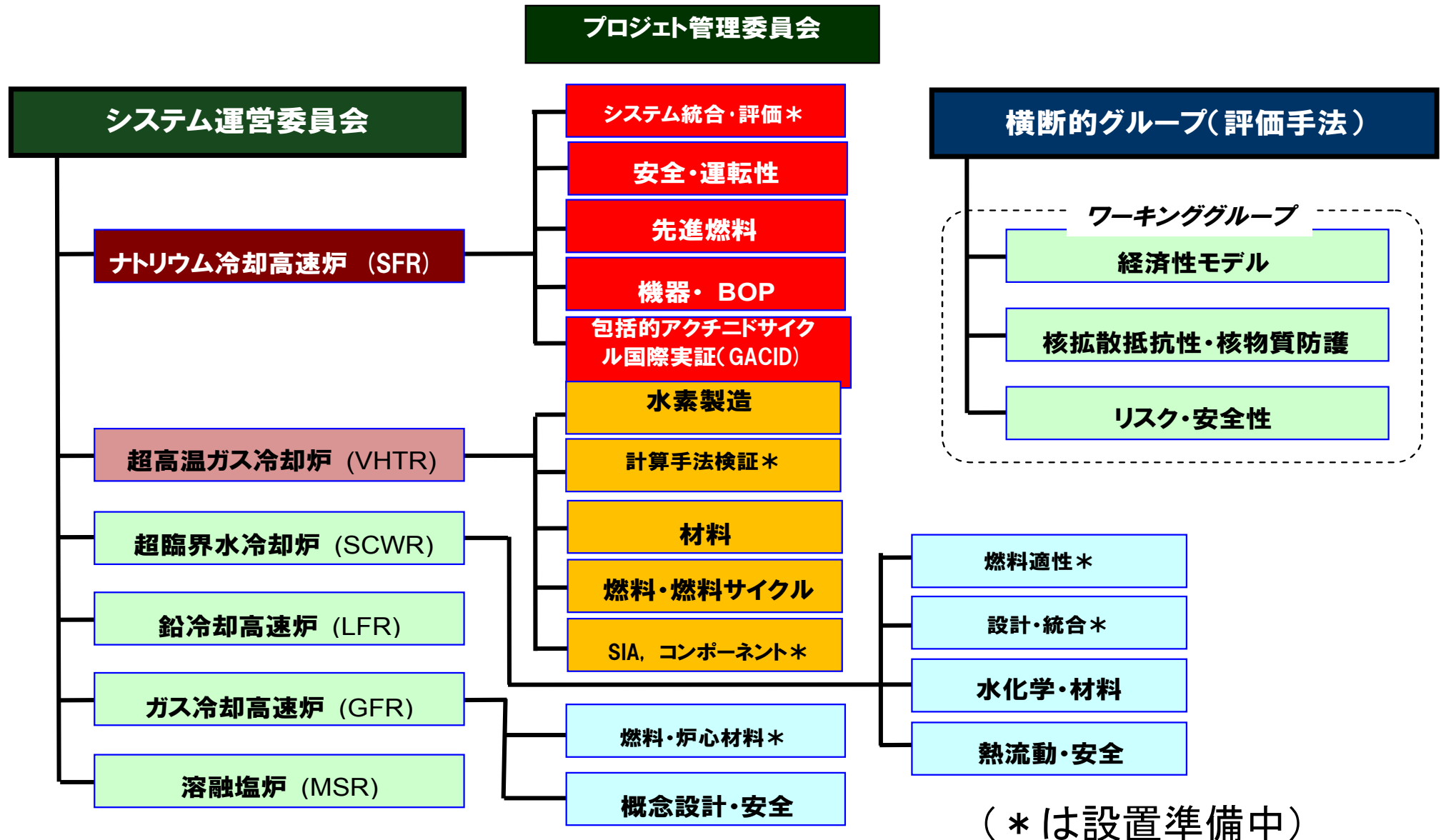
投資リスク低減など産業界の視点をGIF活動に取り入れる。

技術事務局 (TS)

NEAがMWG, SSC, PMBの会議事務局。



技術的検討に関する各種GIF委員会の構成



SFRの安全設計クライテリア (SDC)

(1) 安全階層におけるSDC の位置づけ

安全階層

安全原則

← 原子炉施設に対する基本的な安全原則を記述



GIF安全原則
・第4世代炉共通の安全原則

安全設計クライテリア [GIF-SDC]

← 原子炉設計での基本的・原理的な要件を記述



SDC = GIF安全原則を要件化
・高速炉の一般的な特徴に基づく基本的な要求

安全設計ガイドライン [GIF-SDG]

← 原子炉の基本的な構成を念頭に、設計基準・設計条件、信頼性に関する要件を具体化



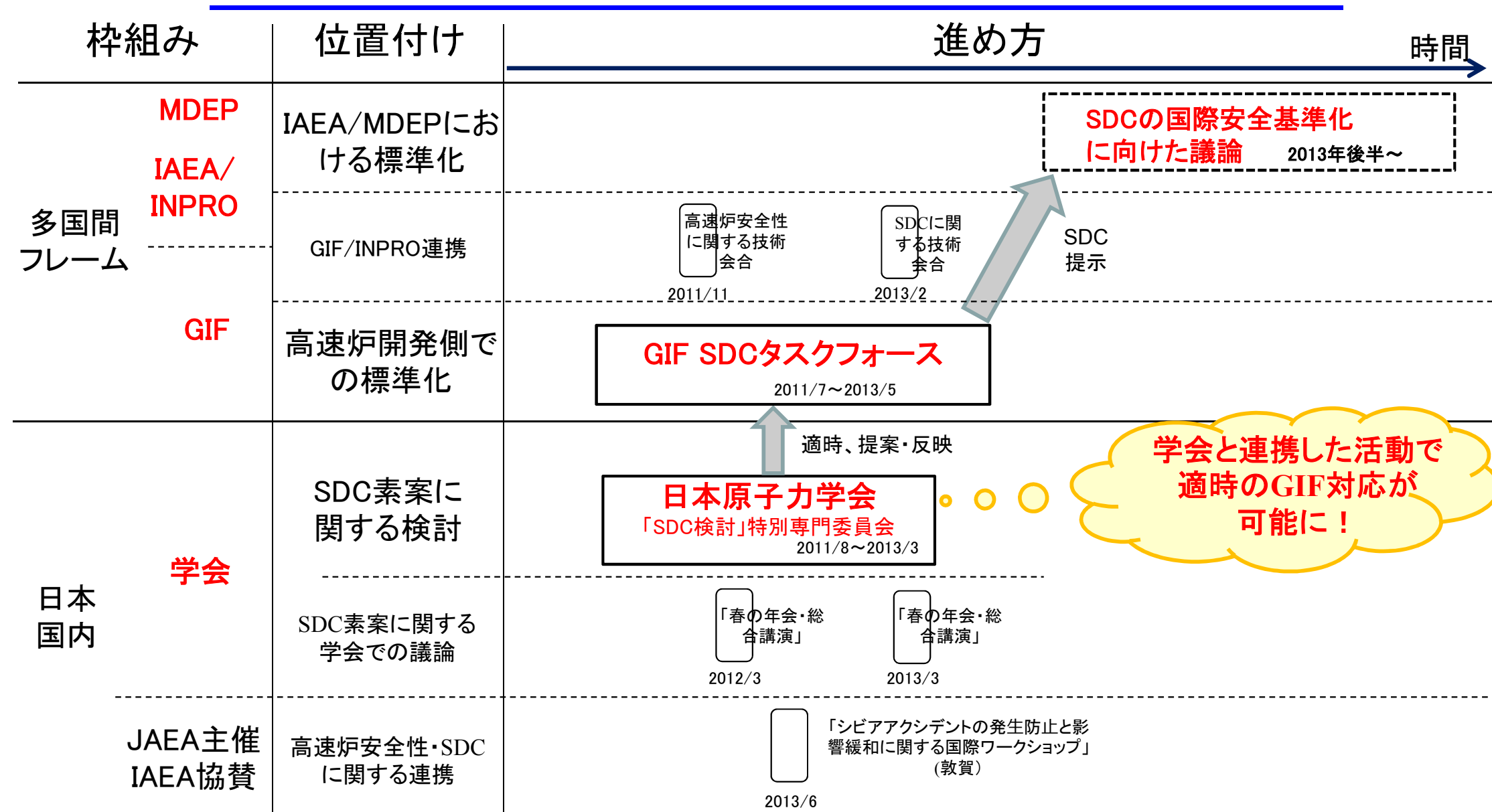
SDG = SDCを解説
SDCで求められる設計要件を具体的に定めるものであり、
・安全に関する考え方・コンセプト
・系統機器の設計条件などを含んだものとなる。

各国における規格・基準



SFRの安全設計クライテリア (SDC)

(2) 国際標準化に向けた国内外活動



GIFシンポジウム

第1回2009年9月 仏国パリ (Global2009と併催)



「第1回GIFシンポジウム」は、GIF関係者170名が初めて一堂に会してGIF活動を振り返るという初の試み。Global会合の一部(公開)として、GIFに関するパネル討論が開催された。GIF活動概況について報告者から紹介した。

GIFシンポジウム

第2回 2012年11月米国サンディエゴ (ANS冬の会合と併催)



上写真:ANSプレナリーセッション(数百名)での歴代議長等によるGIFに関するパネル討論



上写真:GIF関係者によるセッション(70名程度)でのGIFにおける各種課題に関する討議。



左写真:ANS参加者にも公開したセッション(百数十名)でのGIF活動紹介。

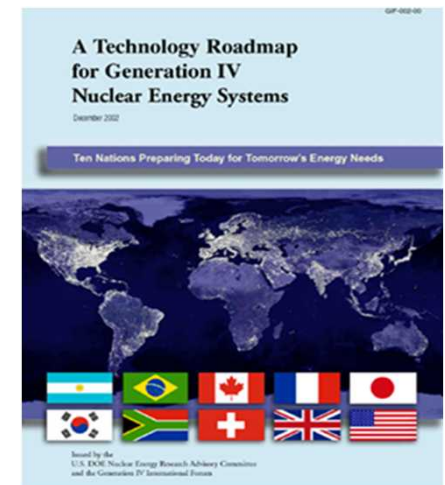
「今後のGIF」検討タスクフォース

背景

- GIF設立（2001年7月）から10年を経過。
- Gen-IVシステム開発段階の進展。
- 技術の進歩。

視点

- ✓ 完了事項の確認、GIFの長所・短所の見極め
- ✓ 検討結果は今後のGIF活動遂行に反映
- ✓ 10年間を展望、特に当面の3～5年に着目。



Technology Roadmap(2002)

「今後のGIF」検討タスクフォース

昨年5月の釜山政策Gr会合において、

「今後のGIF」検討に関するタスクフォース(TF)及び以下の3サブチーム(ST)」設置を決定し、1年間の活動を実施。

- ① 技術ロードマップの見直し
- ② R&D協力の強化
- ③ 外部機関協力の強化