



ANS

持続可能な原子力の将来に向けた イノベーション

マリリン・C・クレイ

米国原子力学会 (ANS) 副会長/次期会長
エクセロン・ジェネレーション社 副社長 (戦略・開発担当)

2019年4月10日
東京

米国原子力業界の主な目標

- ✓ 既存原子炉群を維持する
 - 98基が稼働中
 - 米国の全発電量の19.3%、米国のエミッションフリー電力の55%以上を占める
 - 平均設備利用率92.3%を達成
- ✓ 商業展開(利用)のための軽水冷却式小型モジュール炉（SMR）と先進型原子炉の開発

次世代のSMRや先進型原子炉を
商業運転できるようにするためには、
現在のフリートを利用し続ける必要がある

早期閉鎖した原子炉と閉鎖が発表されている原子炉

プラント	MWe	閉鎖年	理由	最終運転年の発電量 (10億kWh/年)	最終年のCO2削減貢献量 (100万トン/年)
クリスタル・リバー3号機	860	2013	機械的事由	7.0	3.8
サンオノフレ2・3号機	2,150	2013	機械的事由	18.1	8.0
キウオーニ	566	2013	市場	4.5	3.8
バーモント・ヤンキー	620	2014	市場	5.1	2.4
フォートカルホーン	478	2016	市場	3.4	3.3
オイスタークリーク	625	2018	政策	5.4	4.0
合計	5,299			43.5	25.3
スリーマイルアイランド1号	803	2019	市場	6.9	5.0
ビルグリム	678	2019	市場	5.1	2.3
デービスベッセ	908	2020	市場	7.9	5.7
デュアン・アーノルド	619	2020	市場	5.2	5.0
インディアンポイント2・3	2,061	2020-2021	市場、政策	15.3	7.1
ビーバー・バレー 1・2号機	1,872	2021	市場	15.3	11.1
ベリー	1,268	2021	市場	9.8	7.1
バリセーズ	789	2022	市場	6.1	5.3
ディアプロ・キャニオン1・ 機	2,240	2024-2025	政策	17.9	6.9
合計	11,238			89.5	2 55.5

出典: CO2削減貢献量は、**米国環境保護庁**の地域および全国の化石燃料の使用による排出率と**米国エネルギー情報局**の最新の発電データより算出。最終更新日: 2018年9月

早期閉鎖防止に向けた取り組み

✓ 業界内での取り組み

- 「原子力の公約イニシアティブ実現(DNP)」を通じた事業者間の協力
 - 軽微な保修の活用 (EB 16-15b)
 - クリティカル機器の削減(EB 16-25)
 - 価値に基づく保修 (EB 17-03)
 - 性能指標の標準化 (EB 17-24)
- イノベーション
 - 電子作業パッケージ
 - デジタルワーカーの導入

✓ 州・連邦レベルでの取り組み

- 政策変更に向けた州・連邦レベルでの支援
- 他の発電方式との競争が平等になる仕組みを作る
- ゼロエミッションへの優遇

米国原子カプラントのコスト(\$/MWh、2017時点のレート)

年	燃料	資本	運転	合計
2002	5.93	4.06	19.25	29.24
2003	5.79	5.11	19.51	30.41
2004	5.47	5.85	19.19	30.51
2005	5.20	6.01	19.62	30.83
2006	5.22	5.76	19.90	30.88
2007	5.31	6.33	19.74	31.39
2008	5.54	7.00	20.21	32.75
2009	6.14	9.22	21.22	36.58
2010	7.00	9.48	21.37	37.84
2011	7.35	10.42	22.66	40.42
2012	7.77	11.21	22.37	41.35
2013	8.01	8.49	21.67	38.17
2014	7.47	8.47	21.67	37.60
2015	7.10	8.24	21.56	36.91
2016	6.90	6.89	20.87	34.65
2017	6.44	6.64	20.43	33.50
2002年 - 2017年の変化	8.6%	63.5%	6.1%	14.6%
2012年 - 2017年の変化	-17.2%	-40.8%	-8.7%	-19.0%

出典:電気事業者コストグループ (EUCG)
最終更新日: 2018年9月

早期閉鎖を回避した原子カプラント

プラント	MWe	予定閉鎖年	閉鎖理由	2017年の 発電量 (10億kWh/年)	2017年の CO ₂ 削減貢献量 (100万トン/年)
クリントン	1,065	2017	市場	8.3	8.1
フィッツパトリック	852	2017	市場	6.2	2.9
ギネイ	582	2017	市場	4.7	2.2
ホープクreek	1,172	~2020	市場	10.6	7.7
ミルストーン 2・3号機	2,096	~2020	市場	16.5	7.4
ナイン・マイル・ポイント 1・2号機	1,770	2017- 2018	市場	16.0	7.4
クアド・シティーズ 1・2号機	1,819	2018	市場	15.4	11.2
セーラム1・2号機	2,328	~2020- 2021	市場	18.0	13.1
合計	11,683			95.7	60.0

ベースロード供給量：
11,683 MWe

直接雇用機会の損失回避：
7,400超

2017年の米国の全太陽光
発電量よりも多い

6,000万トンのCO₂排出を
回避

出典: CO₂削減貢献量は、**米国環境保護庁**の地域および全国の化石燃料の使用による排出率と**米国エネルギー情報局**の最新の発電データより算出しています。最終更新日：2018年8月

原子炉技術の進化

軽水炉 (LWR)



受動的LWR



既存フリート

LWR小型モジュール炉 (SMR)



デベロッパ
Westinghouse
GE-Hitachi

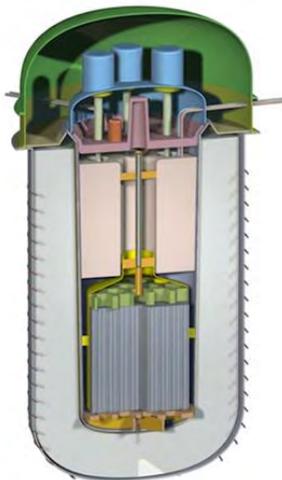
デベロッパ
NuScale
GEH
Holtec

核融合炉



デベロッパ
Helion
Tri-Alpha
General Fusion
Lockheed Martin
FusionOne

溶融塩炉 (MSR)、 高速炉



デベロッパ
Terrestrial
TerraPower
Flibe
Elysium
Oklo
Westinghouse
UPower

高温ガス冷却炉 (HTGR)



デベロッパ
PBMR Ltd
Gen Atomics
Areva
Urenco
X-energy

軽水SMRの開発

✓ NuScale Power

- 1パックは60MWe原子炉12モジュール構成(合計720 Mwe)
- 設計認証申請がNRCで審査中
- ユタ州公営電力共同体による建設の可能性

✓ GEH

- 300MWe原子炉
- 設計認証された高経済型単純化沸騰水型原子炉(ESBWR)設計に基づく
- 先日、NRCの設計認証に向けた計画を発表

✓ Holtec

- 160MWe
- ドライキャスクに関する専門技術を拡大
- カナダでの規制承認に向けた取り組み

先進型原子炉に関する活動

- ✓ 三つのテクノロジーワーキンググループ (TWG)
 - 高温炉
 - 熔融塩炉
 - 高速炉
- ✓ 規制の課題
 - 投資の意志決定を助ける段階的許認可プロセス
 - 軽水炉以外の炉型を組み込むに必要な規制枠組み修正
- ✓ 連邦政府の支援
 - 原子力の技術革新を加速するゲートウェイ (GAIN)
 - 米国エネルギー省 (DOE) からの資金調達機会の進展
 - 連邦議会における強力かつ超党派の支援
 - マイクロ原子炉に対する国防総省の関心

技術革新と協力

✓ 技術革新

- 溶融塩炉（MSR）に使う塩の種類（化学式）の最適な組合せ
- 運転人員を最適化するための設計のカスタマイズ
- 3Dプリンティング（additive manufacturing）の検討

✓ 協力

- TWGを通じた設計競合他社との協力
 - 規制全般と技術的問題への対応
- 海外ステークホルダーとの協力
 - バーチャル試験炉共有の機会を模索
 - 国立研究所と海外カウンターパートとのやり取りを継続

飛躍的技術を他の発電方法に対して競合力を持つ（に競合する、に競合できる）には、革新と協力が重要である。