

## インドネシアの原子力発電の導入準備状況

2011年11月22日 (社)日本原子力産業協会 国際部

### インドネシアの基礎データ

面積	190万4,600 km <sup>2</sup>	
人口	2億4,561万人	*2011年7月推定
首都	ジャカルタ	
実質 GDP	1兆300億 米ドル	*2010年推定
一人当たり GDP	4,200 米ドル (参考) インド 3,500 米ドル、マレーシア 14,700 米ドル 米国 47,200 米ドル、日本 34,000 米ドル、中国 7,600 米ドル	*2010年推定
一人当たりの電力消費量	513.4 kWh / 年	*2008年推定
実質経済成長率	6.1 %	*2010年推定
通貨 (略称)	インドネシア・ルピー (IDR)	
対米ドル為替レート	US\$ 1 = IDR 9,169.5	*2010年推定
会計年度	1月1日 - 12月31日 (2001年度から)	

(出典: CIA の The World Factbook 2011年11月8日版)

### <インドネシアの原子力発電の導入準備状況の要約>

#### ①インドネシアのエネルギー需給の状況

- ・ インドネシアは2004年に原油の純輸入国に転じた。このため、東南アジア唯一の石油輸出国機構(OPEC)加盟国であったが、2008年にOPECから脱退した。
- ・ また、世界最大の天然ガス輸出国の座も2006年にカタールに譲った。

#### ②インドネシアのエネルギー政策

- ・ 2006年第5号の大統領令が「国家エネルギー政策」そのものである。この政策では、新・再生可能エネルギー(含原子力発電)の割合を、2025年までに17%に、また2050年までに30%にし、石油依存を低減する目標を掲げている。
- ・ 「国家エネルギー政策」では、2024年までに420万kWの原発の運転開始が期待されている。

### ③2009 年末のインドネシアの総発電設備容量

- ・総設備容量は 3,032 万 kW で、その内訳は以下のとおりである。
  - －火力： 2,495 万 kW (82%)
  - －水力： 360 万 kW (12%)
  - －地熱： 110 万 kW (4%)
  - －その他： 67 万 kW (2%)
- ・それでも停電が慢性化しており、原子力発電導入が緊務となっている。

### ④インドネシアでの原子力発電所導入の時期、基数、機関の役割

- a. 初号機 (100 万 kW×2 基) は 2010 年着工、2016/17 年運転開始を想定。
- b. 追加の 4 基が 2025 年までに運転開始 (うち 2 基は 2023/24 年に運転開始の予定)。
- c. 省庁間の調整を行う中核的原子力発電準備推進機関 (NEPIO) を準備中。
- d. 原発の建設・運転主体は未定だが、原子力庁 (BATAN) を技術支援機関に指定。
- d. 原子力規制庁 (BAPETEN) は、原子力発電安全規制基盤の強化 (とくに緊急時対応関連法、原賠法や規格基準の整備) と人材育成を担当。

### ⑤2011 年 3 月 11 日の「福島第一原発事故」の影響

- ・規律をもって組織的に動く日本人でも抑えられなかった原発事故として、インドネシア国民の受けた衝撃は大きかった。

注：これまで初号原発 2 基の建設予定地としてきたムリア半島で、2006 年ころから、火山噴火の可能性や、近隣 Pati 地域の過去のマグニチュード 6.8 の大地震の記録が判明し、住民の動揺が起きていた。ムリア半島に比べさらに厳格な適地条件を備えた他の新候補地でも、原発反対の動きが国際的な「環境」グループにより醸成されていたときに 3.11. 事故が起きた。
- ・福島事故の影響で、インドネシアの原子力発電導入計画にはかなりの遅れが予想される。エネルギー需給逼迫による原発の必要性は変わらないため、他の新興国の計画や国際的な安全向上対策を見ながら慎重に原子力発電計画を進めることになろう。

## 詳細報告

### 1. 政治・経済状況

- ・ インドネシアは、世界第4位の人口大国、世界最大のイスラム教国である。
- ・ 2009年に成立したユドヨノ政権は、政治・治安を安定化し、経済成長を復活させた。2009年10月、第二次ユドヨノ政権が発足した。2010年3月に31歳の大蔵省租税総局職員が逮捕されたが、1,200万ルピア（現時点ではルピア111=¥1）の月給では不相応な（大企業の脱税幫助の見返りと思われる）1,000億ルピアの蓄財があった。さらに、拘留先の警察を68回も抜け出し、週末は自宅で過ごし、ときには家族帯同で海外旅行をしていたことが発覚した。これにより、警察、検察、裁判所、入管等の、最も厳正であるべき法律執行機構にまで汚職体質が蔓延している実態が改めて明らかにされ、「汚職撲滅」を標榜して来たユドヨノ大統領の指導力が問われることになった。
- ・ インドネシアは、2009年の世界的金融危機の中でも安定した経済成長を遂げたことに続き、2010年にも内需と資源や一次産品の輸出（前年比35.4%増しの1,577億ドル）で6.1%という堅調な経済の伸びを維持した。
- ・ インドネシアの証券市場は、2006年以降の堅調な経済により、海外資本が多く参入する高収益市場となっている。
- ・ ユドヨノ大統領は2010年1月20日の「国家中期開発計画（2010～14年）」で、食糧安全保障の向上、基盤の開発、投資・事業環境の改善、エネルギー安全保障等を優先政策に挙げ、具体的な行動計画を示した。また、2011年2月の拡大閣僚会議で、「インドネシア経済開発加速・拡大マスタープラン（2011～25年）：略称P3EI」の策定に入ることを公表した。
- ・ インドネシアの問題として、(a)ベトナムより賃金、製造原価が高く、(b)アジア域内での工業製品・部品生産ネットワーク形成に乗り遅れ、(c)税制運用が不透明であり、(d)インフラが未整備、が指摘されている。

## 2. 天然資源の賦存と各種エネルギー需給の現状

- ・ インドネシアの原油生産量は、1991年の167万バレル/日を頂点に年々減少し、2004年に純輸入国に転じた。2008年9月9日、東南アジア唯一の石油輸出国機構（OPEC）加盟国であったインドネシアは、原油純輸入国となったため、OPECから脱退した（用語上は「OPEC加盟を停止」）。インドネシアでは、硫黄分などが少ない高品質原油を輸出し、安い原油を輸入して国内向けに使っている。
- ・ インドネシアは、世界最大の天然ガス輸出国であったが、2006年にカタールが第1位となった。2010年時点ではロシア、ノルウェー、カタール、カナダ、オランダ、アルジェリアに次ぐ7位となっている。
- ・ 2010年1月、エネルギー・鉱物資源省（MEMR）大臣令2010年第3号により、国としての石油・天然ガスの生産の拡大を最優先するとともに、国内供給重視を打ち出し、国内の供給先に優先順位をつけた。これにより、1970年代後半以来日本へのLNGの最大の供給国であったインドネシアは、国内需要対応に政策転換を図ったことを内外に明示した。

2011年3月11日の東日本大震災と福島第一原発事故の後、日本はインドネシア政府にLNGの追加供給を要請した。インドネシア政府はこれに明確な回答をしないで来たが、4月21日になり、4月から5月にかけて約40万トン、さらに年内に約60万トンを追加供給する措置を開始した（出典：4月21日MSN産経ニュース等）。

- ・ 石炭は、カリマンタン島、スマトラ島等に広く分布している。石炭輸出量は2005年に年間1億トン、2009年には同2億トンに達した。日本は、2008年までのインドネシアにとっての石炭の最大輸出先であったが、2009年には中国にその座を譲った。

注：2009年の石炭輸出先と量は、中国（3,347万トン）、インド（3,226万トン）、日本（2,500万トン）、韓国（1,800万トン）、台湾（1,700万トン）の順となり、総輸出量は2億148万トンであった。2010年には、中国が6,169万トンと倍増し、2位のインドは3,721万トン、総輸出量は2億4,016万トンとなった。

（出典：2011年3月、双日（株）刊の平成22年度地球温暖化対策技術普及等推進事業＜第2次＞「インドネシア共和国：火力発電所における低品位炭利用の高効率化」）

・インドネシアのエネルギー需給の全体状況を以下に示す。

図表 1：インドネシアのエネルギー需給の現状

エネルギー	区分	2007年	2008年	2009年	2010年
石油	生産量 (万バレル/日)		総生産 106.207 (うち原油は 98.605)	総生産 104.585 (うち原油は 96.908)	
	消費量 (万バレル/日)		125.6	126.800	
	輸出入 (万バレル/日)		輸入 19.393	輸 22.2154	
	精製能力 (万バレル/日)		99.3	99.3	
	確認埋蔵量 (億バレル)		43.7	39.9	
天然 ガス	生産量 (億m <sup>3</sup> /年)			724.1	828.0
	消費量 (億m <sup>3</sup> /年)			367.3	404.6
	輸出入 (億m <sup>3</sup> /年)			輸出 356.8	輸出 423.3
	確認埋蔵量 (億m <sup>3</sup> )			30,015.6	30,015.6
石炭	生産量 (万ショートトン/年)		30,158.7	33,237.2	
	消費量 (万ショートトン/年)		7,149.7	7,107.2	
	輸出入 (万ショートトン/年)		輸出 23,135.9	輸出 26,130.1	
電気	発電電力量 (億 kWh)	1,343.7	1,411.9		
	消費電力量 (億 kWh)	1,193.0	1,261.5		
	発電設備容量 (万 kW)	2,789	2,780.0		
CO <sub>2</sub> 排出量	化石燃料消費から の CO <sub>2</sub> 排出総量 (万メトリックトン)		4,053.7	4,149.7	

(出典：米国エネルギー省エネルギー情報局 (DOE/EIA) の 2010 年 6 月 30 日の HP。石油は同 7 月 14 日のデータ)

### 3. インドネシアのエネルギー政策

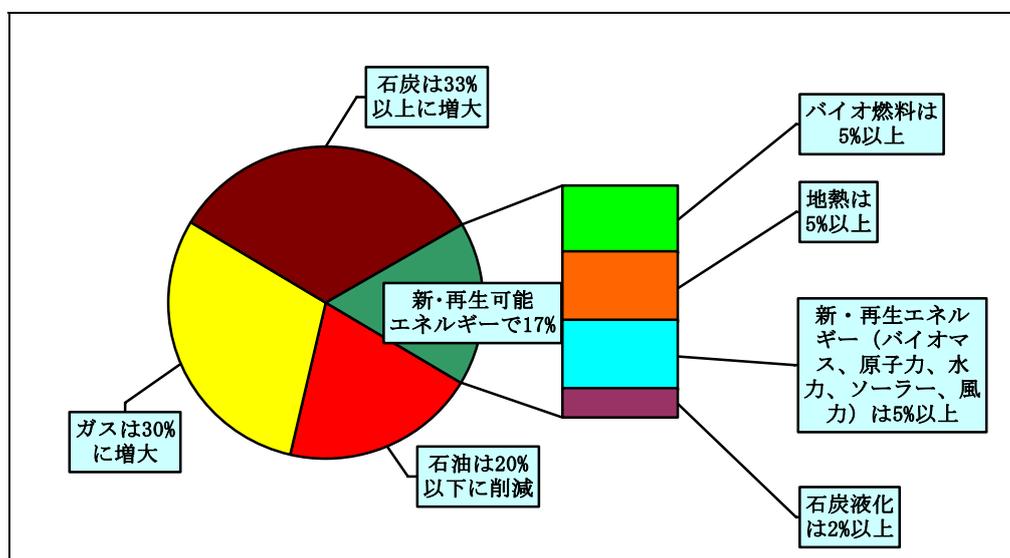
・2006年1月に大統領令2006年第5号「国家エネルギー政策」を制定した。

＜「国家エネルギー政策」と他の法令のリンク状況＞

- a. 「エネルギーに関する法律2007年30号」：  
2007年7月制定。エネルギーを総合的に管理する「国家エネルギー審議会（DEN。議長は大統領）」の設立等を規定。
- b. 「電気に関する法律1985年5号」
- c. 「電気の供給と使用に関する政府規制2005年3号と2006年26号の制定による政府規制1989年10号の改定」
- d. 「中規模再生可能エネルギー発電プラントの商業化に関するMEMR省令2006年002号」
- e. 「小規模発電プラントの普及に関するMEMR大臣令1122k・30・MEM/2002」
- f. MEMRの改組

・「国家エネルギー政策」では、新・再生可能エネルギー（含原子力発電）の割合を、2025年までに17%に、また2050年までに30%にし、石油依存を低減する目標を掲げている。

図表2：2025年時点での最適一次エネルギー構成



（出典：2008年4月3日、JICA・海外電力調査会共催「アジア電力フォーラム」でのインドネシアのエネルギー・鉱物資源省（MEMR）電力・エネルギー利用総局電力技術・環境局 Sumaryono Subyantoro 次長発表）

注：「国家エネルギー政策」での2025年時点の各電源の開発目標は以下のとおりである。

ーマイクロ水力発電：2025年までに284.6万kW

- バイオマス : 2020年までに 18 万 kW
- 風力 : 2025年までに 97 万 kW
- ソーラー : 2024年までに 87 万 kW
- 原子力 : 2024年までに 420 万 kW

ここでは、2025年までに必要な投資額を 131 億 9,700 万米ドルと見積もっている。

(出典：MEMR のホームページ

<http://www.esdm.go.id/news-archives/general/49-general/1963-indonesia-s-renewable-energy-potential.html>)

2025年時点での総発電量は、4,450 億 kWh となっている。

(出典：2008年6月24-25日の JAEA 主催の「アジア・太平洋での原子力エネルギーの核不拡散と平和利用に関する国際フォーラム」での BATAN の Karyono 氏発表)

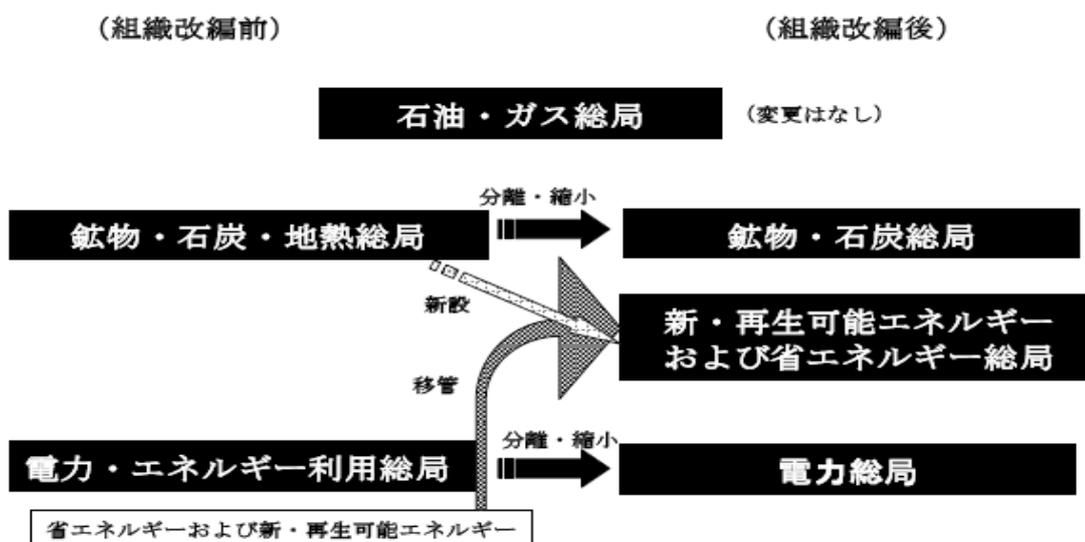
- ・「国家エネルギー政策」により、「エネルギー/GDP 弾性値」(エネルギー消費の増加率と経済成長率の比)を 1 以下に抑えること\*と、原子力発電によりエネルギー消費量の 2%、電力消費量の 4%を賄うことを、目標としている。

\*2007年時点でのインドネシアのエネルギー/GDP 弾性値は 2 である。

(出典：2008年6月24~25日の JAEA 主催の「原子力平和利用と核不拡散に関わる国際フォーラム」でのインドネシア原子力庁 (BATAN) の Karyono 氏の発表。また 2007年12月18日の FNCA 大臣級会合での Hudi Hastowo BATAN 長官の発表)

- ・2009年10月に発足した第2次ユドヨノ政権は、新・再生可能エネルギーの開発を促進するため、MEMR を以下のように改組した。

図3：エネルギー・鉱物資源省 (MEMR) の改編



- ・これを受け、「新・再生可能エネルギーおよび省エネルギー総局」が、2025

年までに、新・再生可能エネルギーを 25 %にする「ビジョン 25/25」\*を推進している。

\*「ビジョン 25/25」の目標値は、以下のように「国家エネルギー政策」とは若干異なっている。() 内が「国家エネルギー政策」の数値。

－新・再生可能エネルギー：	25 %	(17 %)
－天然ガス：	23 %	(30 %)
－石炭：	32 %	(33 %以上)
－石油：	20 %	(20 %以下)

(出典：e-NEXI2011年4月号での在インドネシア日本大使館土屋武大二等書記官の「インドネシア・エネルギー事情」)

・ユドヨノ政権は、さらに、「新・再生可能エネルギー」の供給・使用・奨励策等を含む法律を準備中である。

(出典：MEMR のホームページ <http://www.esdm.go.id/news-archives/electricity.html>)

・インドネシア政府は、エネルギー政策の 4 本柱を、(a) エネルギーの多様化、(b) 省エネルギー、(c) エネルギー価格政策、(d) 環境問題、としている。(a) と(c) を注記する。

#### (a) エネルギーの多様化

エネルギーの多様化では、以下の検討が進められている。

- －運輸部門での石油依存の低減のため、自動車での CNG (圧縮天然ガス) や LPG (液化石油ガス) の利用、鉄道網の電化
  - －電力部門での石油利用の削減 (基本燃料とはしない) のため、石炭火力や天然ガス火力 (含コンバインドサイクル) また地熱発電所の建設促進
- (出典：2007年9月8日、科学技術振興機構 (JST) 主催の「第2回アジア科学技術フォーラム」でのインドネシア Al Azhar 大学の Zuhail 教授の発表等)

#### (c) エネルギー価格政策

インドネシアでは、政府の補助金で、低所得層向け (灯油・電気等) エネルギー価格を低く押さえて来た。しかしこれらの補助金が国家財政の大きな負担となったため、政府は、2001年に新「石油・ガス法」を制定し、2005年11月までに「補助金廃止、価格自由化、国際的価格レベルに移行」の方針を示した。

注：これに基づき 2004年10月、2005年10月に補助金を削減した結果、ガソリンが当初の 2.5 倍の 4,500 ルピア/ℓ、灯油は 2.9 倍の 2,000 ルピア/ℓ、軽油は 4,300 ルピ

ア/ℓ、になった（当時は 100 ルピア=¥1）。

このとき政府は、国民の反発により「価格の完全な自由化は 2010 年までに段階的に導入」と方針を後退させた。

2008 年 5 月末に政府は、さらに石油製品価格を 28.7%引き上げた。

注：2009 年の電力補助金は 60 兆 1 千億ルピア、燃料補助金は 101 兆 4 千億ルピアで、政府支出の 1/3 がエネルギー関係補助金といわれた。

（出典：和光大学経済経営学部 Bambang Rudyanto 教授「インドネシアのバイオ燃料事情：石油からバイオ燃料への転換」、また「アジアのエネルギー最前線」等）

#### 4. 電力事業の現状と将来

##### 1) 電力事業者、発電設備容量、また電源構成

- ・インドネシアの電力事業は、電力公社 (PLN) が設備容量の 8 割強を占め、残りを独立電力事業者 (IPP) や自家発電事業者 (PPU) が補完している。
- ・インドネシアの送電網は、大きくはジャワ・マドゥラ・バリ (JAMALI) 送電網とそれ以外に区分され、JAMALI 送電網は、インドネシアの設備容量の 7 割と発電量の 8 割を占めている。

図表 4：発電設備容量と発電量に占める事業者区分 (2009 年 12 月)

事業者区分	設備容量	発電量
電力公社 (PLN)	2,468 万 kW (81%)	1,331.1 億 kWh (85%)
独立電力事業者 (IPP) 等	564 万 kW (19%)	236.9 億 kWh (15%)
合計	3,032 万 kW	1,568 億 kWh

図表 5：地域別の発電設備容量とピーク・ロード (2009 年 12 月)

地域	設置容量	ピーク・ロード
JAMALI	2,291 万 kW (76%)	1,767 万 kW
JAMALI 以外	741 万 kW (24%)	640 万 kW
合計	3,032 万 kW	2,407 万 kW

- ・ 2009 年末の総発電容量 3,032 万 kW (5,014 プラント) の内訳。
  - －火力： 2,495 万 kW (82%)
  - －水力： 360 万 kW (12%)
  - －地熱： 110 万 kW (4%)
  - －その他： 67 万 kW (2%)

また PLN の発電量 1,331.1 億 kWh の内訳は、以下のとおりである。

- －天然ガス： 287.4 億 kWh (22%)
- －石炭： 431.4 億 kWh (32%)
- －石油： 349.4 億 kWh (26%)
- －水力： 103.1 億 kWh (8%)
- －地熱： 35 億 kWh (3%)
- －他からの購入：124.8 億 kWh (9%)

(含風力 0.5 億 kWh、再生可能エネルギー 1 億 kWh)

(以上の出典：IAEA の「Indonesia 2011」をもとに(社)日本原子力産業協会で作成)

[http://www-pub.iaea.org/MTCO/Publications/PDF/CNPP2011\\_CD/countrypr  
ofiles/Indonesia/Indonesia2011.htm](http://www-pub.iaea.org/MTCO/Publications/PDF/CNPP2011_CD/countrypr<br/>ofiles/Indonesia/Indonesia2011.htm) )

- ・電源開発では地域特性を十分考慮している。  
例えば、遠隔地では小規模電源（含再生可能エネルギー）を、JAMALI またスマトラ島の大需要送電系統では大容量電源を用いる。次の施策も講じている。

- －ピーク・ロード時の負荷管理
- －発電設備容量の改善・増強
- －地域・送配電システムの統合
- －石油火力を代替エネルギーで置換。石炭火力はピーク需要時に限定使用
- －電力供給事業への民間企業の参入奨励

注：インドネシア政府では、電力事業を含めたインフラ整備に民間投資を促す PPP (Public Private Partnership 官民連携) を推進中である。

- ・しかし、設備の不足と老朽化、燃料価格高騰で、停電が慢性化している。  
(出典：2008年4月3日、JICA・海外電力調査会共催「アジア電力フォーラム」での MEMR 電力・エネルギー利用総局電力技術・環境局 Sumaryono Subyantoro 次長発表)

それも計画停電・輪番停電が事前通告された地域・時間帯以外で頻発するため、工場での品質管理や人員配置で深刻な問題となっており、また家庭内でも冷蔵庫内のものが腐る等影響が大きい。クーラーの普及も、電力不足に拍車をかけているという。

## 2) 電化率

- ・MEMR の電力・エネルギー利用総局 (DGEEU) の計画では、2025年までに電化率 93%を達成することが目標である。

図表 6：電化率向上計画

年	2002年実績	2010年	2015年	2020年	2025年
電気利用家庭数 (万)	2,950.8	4,314.9	6,405.4	6,579.2	7,078.3
総家庭数 (万)	5,870.6	6,537.6	7,021.4	7,310.3	7,611.1
電化率 (%)	50.2	66	77	90	93

(出典：2008年6月24-25日の JAEA 主催の「アジア・太平洋での原子力エネルギーの核不拡散と平和利用に関する国際フォーラム」での BATAN の Karyono 氏発表)

- ・なお、インドネシアでは「盗電」が横行しており、これが電力事業者の経

営を圧迫するとともに、火災の原因にもなっている。とくに首都ジャカルタでの火災の60%が、盗電時の電圧の急変動が引き金になっているという。

(出典：<http://www.esdm.go.id/news-archives/electricity/46-electricity/4949-electricity-stealing-is-the-main-cause-of-fire-in-jakarta.html>)

### 3) 「クラッシュ・プログラム」

・政府は、「石油依存からの脱却」と「電力需給逼迫の解消」の同時実現のため、非石油火力緊急増設計画（通称「クラッシュ・プログラム」）を立てた。

#### a. 第1次クラッシュ・プログラム

2006年7月、大統領令2006年第71号に基づき策定した。

2006～09年にかけて、電力公社（PLN）に合計1千万kW強の石炭火力を建設させる計画であった。

親中国のカラ副大統領の仲介で、プロジェクトの多くを中国企業が受注したが、資金・技術のトラブルで工期が大幅に遅れ目標を達成できなかった。

#### b. 第2次クラッシュ・プログラム

大統領令2010年第2号ならびに第4号（2010年1月）、またMEMR大臣令2010年第2号（2010年2月）・同第15号（同8月）に基づき策定した。

2010～14年を対象で、地熱、水力、ガス、コンバインドサイクルの大幅活用を図った点が、第1次クラッシュ・プログラムとの違いである。

注：MEMR大臣令2010年第15号では、総容量を同第2号の1,015万3千kWから952万2千kWに減らしている。

・第2次クラッシュ・プログラム（MEMR大臣令2010年第15号改定版）では、2014年時点でのPLNとIPPの発電容量は、以下のように計画されている。

図表7：「第2次クラッシュ・プログラム」電源構成（2014年）

電源	PLN	IPP
石炭火力	186万2千kW(44.2%)	152万9千kW(28.8%)
水力	117万4千kW(27.8%)	3万kW(0.6%)
ガスおよびガス・コンバインドサイクル	84.0万kW(20.0%)	12万kW(2.3%)
地熱	34.0万kW(8.1%)	362万7千kW(68.4%)
合計	421.6(100)	530.6(100)

(出典：2011年3月、(財)日本エネルギー経済研究所刊の平成22年度地球温暖化対策技術普及等推進事業「インドネシアにおける高効率石炭火力発電設備導入の可能性とその効果」。またe-NEXI2011年4月号での在インドネシア日本大使館土屋武大二等書記官の「インドネシア・エネルギー事情」)

図表 8：第 1 次と第 2 次のクラッシュ・プログラムの比較

区分	大統領令 2006 年第 71 号による第 1 次プログラム (2006～09 年)		大統領令 2010 年第 4 号による第 2 次プログラム (2010～14 年)			
			MEMR 大臣令 2010 年第 2 号 (当初版)		MEMR 大臣令 2010 年第 15 号 (改定版)	
	発電容量 (万 kW)	割合 (%)	発電容量 (万 kW)	割合 (%)	発電容量 (万 kW)	割合 (%)
a. 電源	石炭火力での脱石油緊急展開		電源多様化と「新および再生エネルギー」活用		ガス・コンバインドサイクルを半減	
地熱	0	0	397.7	39.2	396.7	41.7
水力			120.4	11.9	120.4	12.6
ガスとガス・コンバインドサイクル			166.0	16.3	96.0	10.1
石炭火力			約 1,000	100.0	331.2	32.6
b. 地域	JAMALI 中心		—			
ジャワ・マドゥラ・バリ (JAMALI)	690	69.0	577.0	56.8	507.0 ***	53.2
JAMALI 以外	310	31.0	438.3	43.2	445.2 ***	46.8
c. 事業者	PLN のみを指定		IPP にも事業参加を拡大			
国営電力公社 (PLN)	約 1,000	100.0	511.8	50.4	421.6	44.3
独立電力事業者 (IPP)	0	0	503.5	49.6	530.6	55.7
a. b. c. のコラム内の各小計	約 1,000 *	100.0	1,015.3 **	100.0	952.2	100.0

(主な出典：前項と同じく 2011 年 3 月 (財) 日本エネルギー経済研究所刊の「インドネシアにおける高効率石炭火力発電設備導入の可能性とその効果」)

\* 第 1 次クラッシュ・プログラムでは、電源開発予算として 80 億米ドルを計上した。

\*\* 設置総容量を PLN が 641.5 万 kW (開発予算は 76 億 500 万米ドル)、IPP が 426.2 万 kW (同 84 億 5,000 万米ドル) の合計 1,067.7 万 kW (地熱 358.3 万 kW、水力 117.4 万 kW、ガス 162.6 万 kW、石炭 429.4 万 kW) とする報告もある。

\*\*\* JAMALI を 451.5 万 kW (47.4%)、JAMALI 以外を 500.7 万 kW (52.6%) とする報告もある。この場合の開発予算は電源が 160 億米ドル、送電設備が 4 億米ドルとの見通し。

(\*～\*\*\*の出典：2011 年 3 月 双日株式会社刊の平成 22 年度地球温暖化対策技術普及等推進事業<第 2 次>「インドネシア共和国：火力発電所における低品位炭利用の高効率化」報告書)

#### 4) インドネシアでの「各種の再生可能エネルギー」の実現性

##### ・地熱

インドネシアの地熱発電ポテンシャルは2,751万kW(世界最大)だが、2007年末での実用化は105.2万kWに過ぎない。2009年末でも120万kW(総発電設備容量の4.4%)。

##### ・水力

インドネシアの包蔵水力は7,567万kWだが、2007年時点での開発済み容量は420万kWである。大規模水力は消費地から離れた遠隔地で、送電コストも掛かり、開発は進んでいない。小水力は45万kWの資源量があるが、開発済みは8万6,000kWである。

##### ・ソーラー

インドネシアのソーラー・エネルギーのポテンシャルは平均的には、1日当たり4.80 kWh /m<sup>2</sup>で、実用化されているのは1万2,000kWくらいである。

##### ・潮流

2009年11月、国家開発企画庁(BAPPENAS)は、2011~12年の運転開始をめざし、リアウ諸島州に潮流発電プラント建設を計画中と発表した。潮流発電に適したサイトは他の州にも多くある。

2014年時点での潮流発電施設の建設費は、500~3,000米ドル/kW、発電コストは1~5米セント/kWhである。

BAPPENASは、第3次クラッシュ・プログラムに潮流発電採用を提言中。

##### ・風力

インドネシアの風力ポテンシャルは929万kW、開発済みは1万1,000kWと推定されている。また2005年の「国家エネルギー政策の青写真」によると、投資額は1,000米ドル/kWと見積もられており、バイオマス・エネルギーの開発資金に比べて安い。しかしインドネシアは、台風・サイクロン等の通り道になっており、大規模発電容量プラントの設置には向かない。

##### ・バイオマス

ポテンシャルは4,981万kWであるが、開発済みは45万kWである。

(以上の主な出典:2009年3月26-27日にバンコクで開催されたWorkshop on Climate Change and EnergyでのMEMRの発表)

##### ・再生可能エネルギーの開発促進のための優遇措置

ユドヨノ政権は、「2020年時点で温室効果ガス26%の削減」という目標の達成には民間投資の促進が重要との観点から、再生可能エネルギーの開発で以下の優遇措置をとっている。

＜再生可能エネルギー開発のための優遇措置＞

a. 2010年1月、大蔵省令2010年第10号

「再生可能エネルギー」を、地熱、風力、バイオ燃料、ソーラー、水力、海流・海洋温度差と定め、「再生可能エネルギー」事業に対する以下の優遇措置を設定。

- －投資額の30%相当を課税所得から控除
- －固定資産の償却期間の短縮
- －外国への支払い配当の源泉税率の10%への引き下げ
- －欠損金の繰越期間の最大10年への延長
- －交換部品を除く機械・機器輸入時の付加価値税や輸入関税の免除

b. 2009年3月、MEMR大臣令2009年第5号

－地熱発電促進のため、「PLNの地熱発電事業者からの買電価格を、最大で9.7米セント/kWhに設定」

注) PLNによる一般的な買電価格は、4米セント/kWh

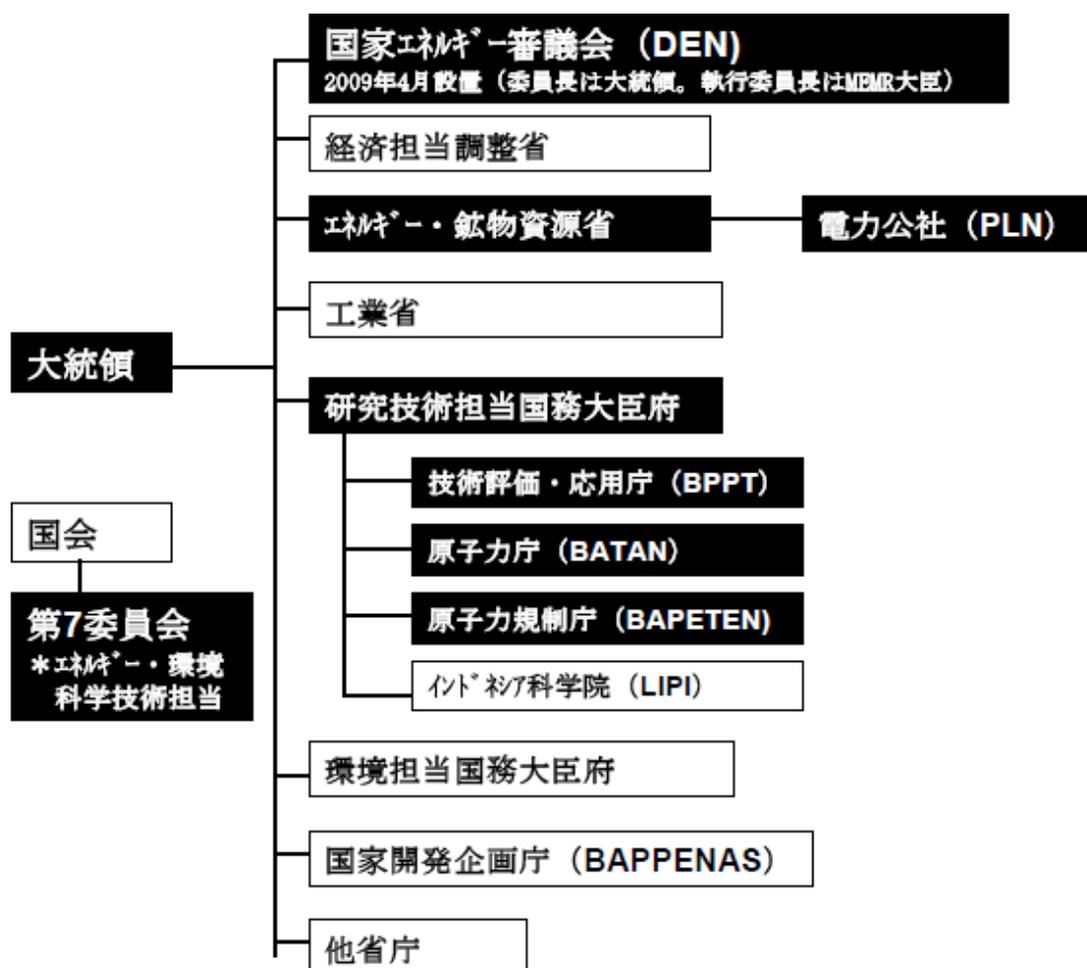
c. MEMR大臣令2009年第31号により、総発電容量で50万kWになる小規模水力発電プラントの建設を促進。

(出典：学習院大学坂口功教授、東京工業大学佐藤麻貴プロジェクトアソシエイトの共同執筆論文「インドネシアにおける温室効果ガス排出削減の潜在性と課題」)

## 5. インドネシアの原子力研究開発体制

- ・原子力庁 (BATAN) と原子力規制庁 (BAPETEN) は研究技術担当国務大臣府が所轄する。電力公社 (PLN) はエネルギー・鉱物資源省 (MEMR) が所轄する。

図表 9 : インドネシアの原子力規制開発体制



### 1) 原子力庁 (BATAN: Badan Tenaga Nuklir Nasional)

- ・長官は、大統領に直接報告できる。
- ・本部は、ジャカルタ郊外のパサジュマ地区にある。3つの研究拠点をもつ。
  - バンドン
 

1961年に、ソ連と米国の協力を得て原子力研究所を建設、そこに TRIGA 型研究炉 (熱出力 250kW、後に 1 MW、さらに 2 MW に改造) を導入。1964年に初臨界に達した。
  - ジョグジャカルタ
 

1979年臨界の KARTINI と呼ばれる小型研究炉 (出力 100 kW) を用い、ラジオアイソトープ製造や放射線利用に関する研究開発を行って来た。

c. スルポン

ジャカルタ郊外の国立科学技術センター (PUSPIPTEK) の一角にある。1980年代半ばに、アジア最大級の出力 30MW の多目的研究炉 (RSG-GAS あるいは MPR-30 と略称) を中心とする原子力研究開発センターを建設した。

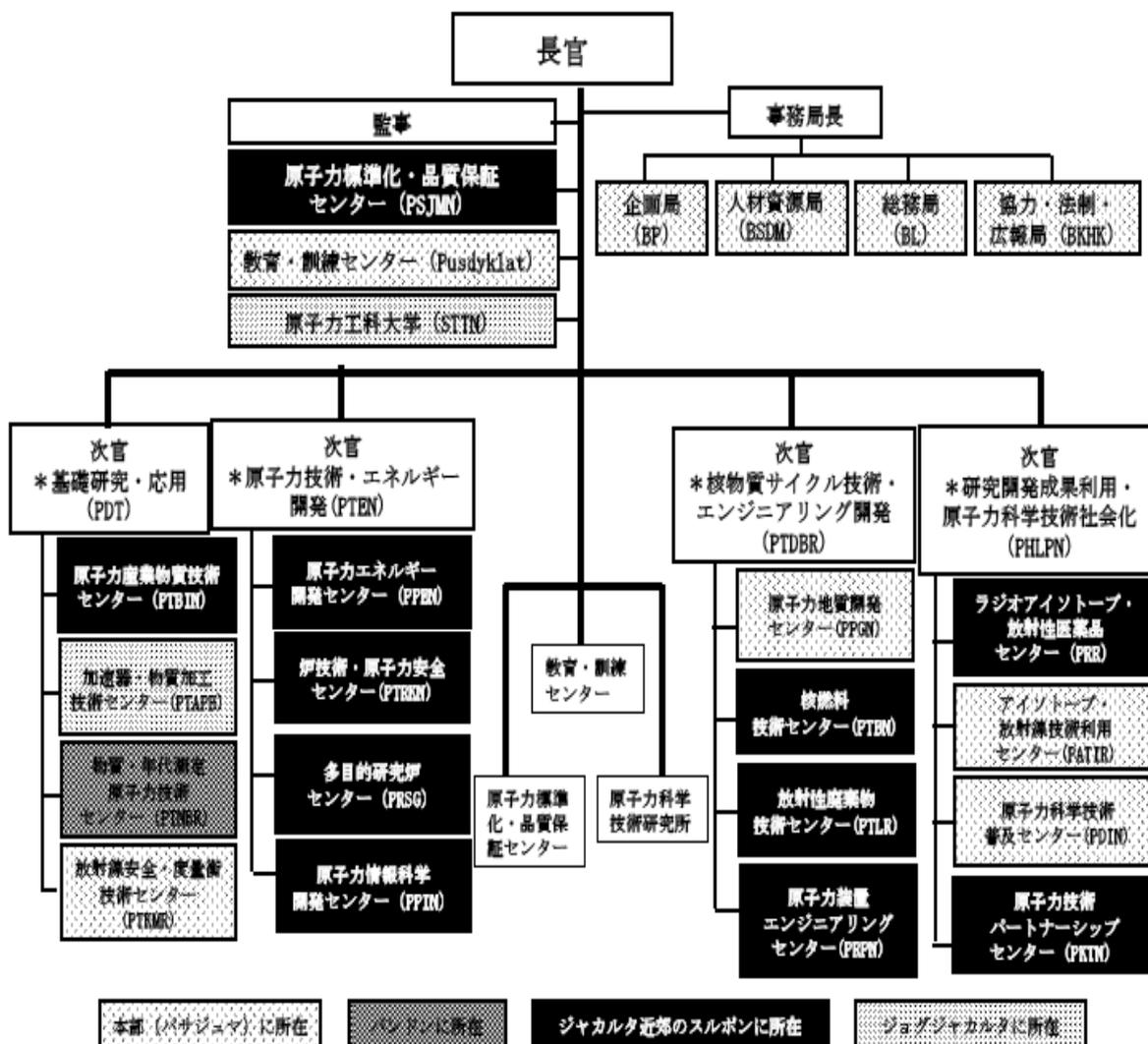
(第一期)：燃料製造施設、放射性廃棄物管理施設、アイソトープ・放射性医薬品製造施設等を建設

(第二期)：ホットラボ、工学的安全研究施設等を建設

(第三期)：中性子ビーム実験施設、炉物理研究施設等を建設

RSG-GAS は、独の KWU 社製。独での冷却温度が満たされず 100 %出力運転ができなかった。運転開始後の同炉の利用では、BATAN 首脳の依頼により、京都大学や日本原子力研究所がかなりの協力を行った。

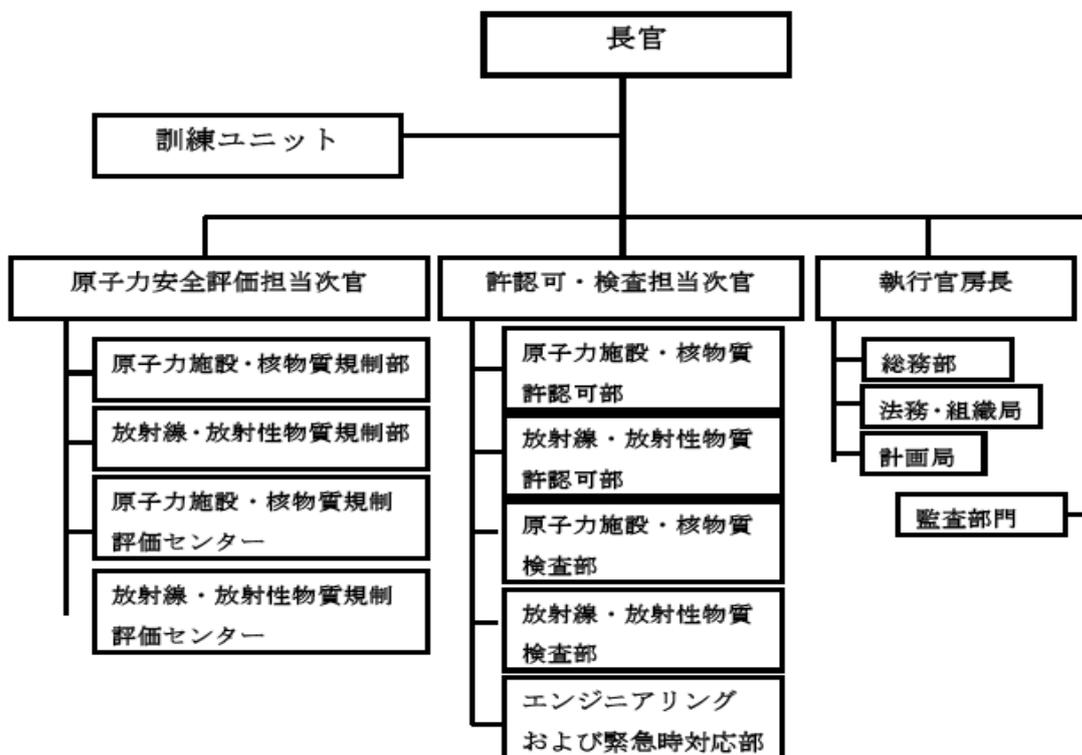
図表 10：BATAN 組織図



## 2) 原子力規制庁 (BAPETEN : Badan PEngawas TEnaga Nuklir)

・1997年にBATANから分離独立。長官は、大統領に直接報告できる

図表 11 : BAPETEN 組織図



・原子力安全規制に関する法令の整備状況を挙げる。

図表 12 : インドネシアの主要原子力安全規制法令

	法令番号	法令名
1	1997年第10号法令	原子力法
2	2002年大統領令第26号	核物質輸送安全法
3	2002年大統領令第27号	放射性廃棄物管理法
4	2006年大統領令第43号	原子炉許認可法
5	2007年大統領令第33号	電離放射線安全・放射線線源セキュリティ法
6	2008年大統領令第29号	電離放射線源・核物質許認可法
7	2005年原子力規制庁令第2号	核物質の会計・管理システム
8	2006年原子力規制庁令第9号	保障措置システムでの追加議定書の適用
9	2007年原子力規制庁令第5号	原子炉の対峙選定の安全性
10	2007年原子力規制庁令第7号	放射線源のセキュリティ
11	2007年原子力規制庁令第15号	BAPETENの検査官の資格認定システム

12	2008年原子力規制庁令第1号	原発サイト評価：地震学の諸局面
13	2008年原子力規制庁令第2号	原発サイト評価：火山学の諸局面
14	2008年原子力規制庁令第3号	原発サイト評価：放射性物質取扱に関する諸局面
15	2008年原子力規制庁令第4号	地質技術と基礎の諸局面
16	2008年原子力規制庁令第5号	原発サイト評価：気象学の諸局面
17	2008年原子力規制庁令第6号	原発サイト評価：人間が引き起こす外部事象の諸局面
18	2008年原子力規制庁令第8号	非発電利用原子炉の経年劣化管理の安全性
19	2008年原子力規制庁令第9号	国内計量管理制度（SSAC）のための追加議定書適用の布告書式
20	2008年原子力規制庁令第10号	原子力施設と核物質の取扱者の作業許認可

2006年12月の大統領令第43号「原子炉許認可法」では、原子力発電所の許認可の条件を、実証済技術で安全運転の実績が3年以上で、その期間の平均設備利用率が75%以上であることと規定している。

（出典：2008年9月1-2日の第2回「アジアの原子力発電分野における協力に関する検討パネル」でのBATANとBAPETENの共同発表）

## 6. 原子力発電導入に向けての動き

○原子力庁(BATAN)は、1971年にIAEAと、また1977～80年にイタリアの新型炉開発公社(NIRA)と、各々原子力発電導入関連の共同調査を行った。

その後も、研究技術担当国務大臣府\*やその下のBATANが原発導入に関心を示したが、鉱山・エネルギー省(MME)や国家開発企画庁(BAPPENAS)は国内の石炭産業の保護等の観点から、原発に反対の立場をとって来た。

\*1976年からの大臣は、独留学からメッサーシュミット・ベルコウ・ブロム社副社長に就任中、母国の科学技術振興のためスハルト大統領に乞われて帰国したB. J. ハビビ氏。

MME傘下の電力公社(PLN)は、むしろ原子力発電開発に積極的であったが、1990年代になると、研究技術担当国務大臣府主導の原発導入に反対の姿勢に転じた。以下に1980年代末からの動きを紹介する。

### 1) ハビビ研究技術担当国務大臣時代の原子力発電計画

①1989年から、ハビビ大臣の主導で次の原発計画の検討が進められた。

(サイト) ジャワ島中部ムリア半島\*

\*Ujung Lemah Abang, Ujung Grenggengan, Ujung Watuの3地点が有力候補

(スケジュール) -1998年:建設着工

-2003年:初号原子力発電所を完成

-その後:合計720万kWの原子力発電容量を達成

②フィジビリティ・スタディ(F/S)の実施

仏ソフラトム社、加カナトム社、米ベクテル社、新日本技術コンサルタント社による国際入札の結果、新日本技術コンサルタント社(後に株ニュージェックと改称)が受注、1991～96年にF/Sを実施した。

1996年5月に国家エネルギー調整委員会(BAKOREN)に、以下のような結論の最終報告書を提出した。

#### <1996年に新日本技術コンサルタント社が提出したF/Sの結論>

a. 原子力発電は、2003年に180万kW(60万kW×3基または90万kW×2基)、2015年までに計700万kWにするのが妥当。

b. 原子力の発電コストは、(助成を受けている)ガス火力以外の電源には十分競合可能。

③この結論にも関わらず、1996年にハビビ大臣は、スハルト政権の政治的不安定さを危惧し、この原子力発電導入計画の無期限延期の裁定を下した。

## 2) IAEA の協力による「発電エネルギー源の比較評価」の実施

- ①ハビビ大臣は、副大統領を経て大統領に就任（1998年5月）したが、政権は短命に終わった（1999年10月辞任）。  
BATAN は、1996年の原子力発電導入計画中断時点から、産業と国民生活に密着した放射線利用への事業転換を余儀なくされた。
- ②しかし1999年12月、ワヒド大統領がインドネシアを訪問したエルバラダイ IAEA 事務局長と会談した折、インドネシアでの原子力発電導入の現実性の検討を IAEA に依頼した。
- ③2003年8月、IAEA 代表がインドネシアを訪れ、メガワティ大統領に以下を結論とする報告書を手渡した。

### <2003年8月に IAEA がメガワティ大統領に提出した報告書の結論>

- a. 2025年までにエネルギーに占める電力の割合は、9%から20%に増加。
- b. エネルギー多様化の開発優先順位は、一位は天然ガス、二位は石炭、三位は原子力。
- c. 原子力は、現時点では経済性により選択肢とはならないが、技術の進歩によるコスト削減、また環境保護の観点から2015年頃には必要になると思われる。

## 3) BATAN での原子力発電導入に関する検討

- ①IAEA との共同研究は、ハッタ・ラジャサ研究技術担当国務大臣が積極的に推進。併行して、2002年頃から BATAN が次の原発導入計画をとりまとめた。

図表 13：インドネシアの原子力発電所建設計画概要

総発電容量	約 700 万 kW（2030 年頃の総発電容量の 5%程度）	
建設予定地	ジャワ島中部ムリア半島ジェハラ県	
建設開始、運開時期	2010～11 年建設開始、2015～16 年運転開始	
初号 プラント	炉型	未定。 但し先進型軽水炉や先進型 CANDU 炉等実績のあるもの
	出力	60～100 万 kW（単基または複数基）

この計画は、ハビビ大臣時代に（株）ニュージェックが実施した F/S（1991～96年）を基本にし、火山、地震、地質に関する評価を追加した。

②BATANによる「初号原発運転開始までの重要事項」を以下に示す。

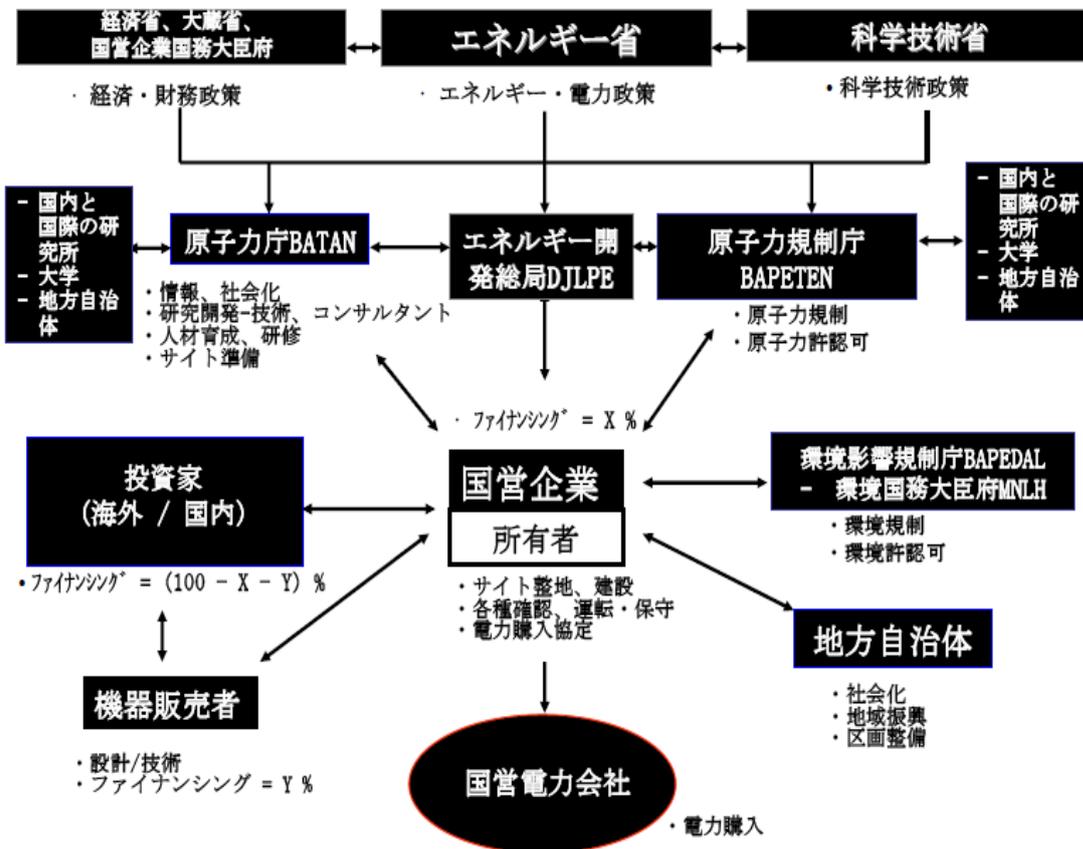
a. ロード・マップ

- 社会的受容／原子力広報ならびに教育活動：2003～16年
- 政府決定と国会での審議：2004～05年
- サイト関連データの更新：2004～06年
- 規制と許認可の準備：2004～08年
- 事業主体確立：2005～06年
- 電力設計要件文書（URD）および入札準備：2006～07年
- 入札、交渉、契約：2007～08年
- エンジニアリングと設計：2007～10年
- 許認可（立地、建設、起動、商業運転）：2008～10年
- 資機材と役務の購入：2008～14年
- 建設：2010～15年
- 起動と商業運転：2015～16年

（出典：2004年10月「アジアの持続的発展における原子力の役割検討パネル」でのBATAN発表）

b. 原子力発電所導入に関する運営組織体制

図表 14：原子力発電運営組織



(出典：2004年10月の「アジアの持続的発展に果たす原子力エネルギーの役割検討パネル」でのBATANの発表)

他国では、従来から電力事業を独占して手掛けて来た国営電力会社あるいは電力公社が、自社の火力発電技術の熟練者に、原子力発電特有の訓練を施し、特定水準の資格をクリアさせることにより、原子力発電運営の体制を整備することが多いが、インドネシアでは、この初号原発への対応をどの機関がどう進めるのかが未定である。

### C. その他の重要課題

- － 核燃料供給と放射性廃棄物管理
- － 技術移転へのインドネシア産業界の参加
- － ウラン探鉱推進、また他の核燃料(トリウム等)の長期的利用可能性

#### <参考：インドネシアでのウラン資源量>

インドネシアでは、1971年から仏の協力で西カリマンタン、また1976～78年にかけて西独の協力で西スマトラでウラン探鉱を実施した。この時点では結果は軍事機密の扱いであったが、その後の調査では次の結果が報じられた。

○ウランは西カリマンタンのKalin地区に24,112トンあり300万kW級原発を11年間稼動することができる。

(出典：2008年4月3日「アジア電力フォーラム」でのMEMR電力・エネルギー利用総局Sumaryono Subyantoro発表「インドネシアの電力」)

○インドネシアのウラン資源は、全部でウラン4,900トンで、IAEA/OECDのレッドブックの区分によると、130米ドル/kg以下で探鉱可能なものは4,600トン、80米ドル/kg以下は300トンに過ぎない。

(出典：2010年8月23日号「The Nautilus Institute」。URLは

<http://www.nautilus.org/projects/reframing/aust-ind-nuclear/ind-np/muria/uranium-mining>)

- － サイト周辺地域に重点を置いた、利害関係者の原子力の受容

#### 4) 「国家エネルギー政策 (KEN)」：原発を初めて電源構成の中で位置付け

- ①2004年2月、エネルギー事業に市場経済性を導入するため、KEN(2004～20年)がMEMR大臣令として制定された。重要点は、以下のとおりであった。
- a. 貧困層に配慮しながら「市場経済」を取り入れる。
  - b. (海外提携も含め) エネルギー企業の育成と活性化を図る。
  - c. 新エネルギー資源の探索、エネルギー源の多様化、石油の「天然ガス

および石炭」での置き換え、再生可能エネルギー利用、技術開発による省エネ、を推進する。

②この KEN の意義は、次のように電源開発に原子力を組み込む条件を政府が示したことにある。

「原子力発電は、経済性があり、安全性に優れ、信頼性の高い、環境に優しい技術となったときには、エネルギー・ミックスの一部として電力システムに採用する」

### 5) 「国家電力総合計画 (RUKN2025)」

①インドネシアの電力開発は、国家の政策と事業者の施設計画でなされるが、両者の計画の関係を次の表に示す。

図表 15 : 国家電力総合計画 (RUKN) と電力供給事業計画 (RUPTL) の比較

	RUKN	RUPTL
策定者	エネルギー・鉱物資源省 (MEMR)	電力公社 (PLN)
内容	20 年間をカバーする国の計画。1 次エネルギーの需給動向の中での電力需給計画。資金調達にも言及	RUKN に基づく PLN の発電プラント等の施設整備計画
国会承認	現在は必要 (2009 年の電力法改正による)	不要
改定	毎年	毎年 (RUKN 改定を受けて)

(出典 : 2011 年 3 月双日株式会社刊の平成 22 年度地球温暖化対策技術普及等推進事業<第 2 次>「インドネシア共和国 : 火力発電所における低品位炭利用の高効率化」報告書)

②2005 年 4 月、MEMR 大臣令として RUKN2025 が策定された。以下のように 2025 年までの電力需要見通しと電源開発指針を示している。

#### <2025 年までの国家電力総合計画 (RUKN) での原子力発電の位置づけ>

- 電力需要は年率 7~8%で増加。2005~25 年の間に 4.3 倍になる。
- 初号原発の運転開始は 2015~19 年。2025 年までに 1,200 万 kW の原発建設が必要。

上記 3) の BATAN の計画に比べ、より大規模な原発導入を提案している。

### 6) 「国家エネルギー政策」(大統領令)

①2006 年 1 月に、上記 4) の MEMR 大臣令を、再度大統領令 2006 年第 5 号として発令したものの。

②水素、液化石炭等とともに原子力発電を新・再生可能エネルギーの一部とし、2025 年における新・再生可能エネルギーの割合は 5%以上、うち原子力

は 420 万 kW と、目標を明記している(図表 2 参照)。

原子力が一次エネルギーの 2%、電力需要の 4%を占めることでもある。

(出典：2008 年 6 月 24-25 日の JAEA 主催の「アジア・太平洋での原子力エネルギーの核不拡散と平和利用に関する国際フォーラム」での BATAN の Karyono 氏発表)

- ③原子力発電等、多省庁にまたがる事業の主体や進め方等に関する具体的とり組み検討の促進を、改めて大統領が指示した意義は大きい。

#### 7) 2007 年第 17 号「長期国家開発計画法：2005～25 年」

2025 年までの国家開発の総合的なビジョン、方向、優先順位等を規定した。

原発は初号機を 2015～19 年に商業運転する目標を掲げている。



## 8. ファイナンスに関する希望

- ・インドネシアの原発導入計画での大きな懸案事項は、ファイナンスの方式である。インドネシア側は次の選択肢に強い関心を示している。
  - a. 従来からの輸出クレジット方式
  - b. 建設・所有・運転 (Build-Own-Operate : BOO\*) 方式
    - \*民間事業者/海外投資家が施設等を建設し、運転・保守・管理し、事業終了時点で施設を解体・撤去する。これを原発契約に適用する場合、核燃料供給、廃止措置、使用済核燃料の取扱、高レベル廃棄物管理等、別途国家間の国際的取極めが必要になるとみられる。
  - c. 修正 BOO 方式または合弁方式
  - d. バーター方式

(出典：2006年1月25～26日のFNCA第2回「アジアにおける持続可能な発展に果たす原子力の役割」検討パネルでのMEMRならびにBATANの代表の発表)

### ・(参考)

2010年5月12日、トルコとロシアが、トルコのアックユ原発(120万kW級VVER2006モデル×4基)を、原発では世界で初めてとなるBOO方式で建設することになった。

注：総工費の200億ドルはロシア側が負担し、原子炉運営のための共同事業会社をロシアの100%出資で設立する。同会社では建設費回収のため、トルコ国内の企業およびそれ以外の国からも出資者を募集し、ロシアの所有権を51%まで下げていく計画。また、トルコ電力卸売会社(TETAS)は発電所からの電力の70%購入を保証している。

## 9. 中小型炉の可能性

1) インドネシアは、以下の観点から中小型炉に関心を抱き続けて来た。

a. 初期投資の軽減

b. 電力網への影響の軽減（大型炉では停止時の影響が大き過ぎる）

注：とくにジャワ島以外では、グリッド容量の5～10%を超えないようにすることが重要と認識。

（出典：2011年10月10-14日、ウィーンでの”INPRO Dialogue Forum on Nuclear Energy Innovative”でのMr. Adiwardoyo 発表の“User Consideration on SMR Safety Regarding Nuclear Power Deployment in Indonesia”）

c. 定検人員の通年活用

2) このインドネシアの中小型炉への関心から、最初の本格的な協力を提案したのは韓国であった。

### <韓国の「システム一体型・先進モジュラー炉（SMART）」協力提案>

・韓国が SMART\*の実機をインドネシアに提供し、SMARTの実証化を行う計画を提案した。

\* SMART : System Integrated Modular Advanced Reactor

SMARTは、1996年に韓国原子力研究所（KAERI）が中心となって開発を開始した加圧水炉（熱出力30～33万kW。電気出力10万kW）で、蒸気発生器や加圧器がすべて原子炉に収納される一体型設計となっている。海水脱塩（1万トン/日）あるいは熱併給と発電の二重目的炉である。

・韓国は2003年時点では技術の実証を次のステップで考えていた。

－ 2005年までに基本設計を完了し、それ以降は詳細設計に入る。

－ 2008～09年に実機の1/5規模のパイロット・プラント（SMART-Pと略称）を韓国国内に建設し、技術を実証する。

・韓国とインドネシアのSMART開発での協力は以下のように進んだ。

－2000年10月：

KAERI/BATAN/IAEAが、海水脱塩・発電併用プラントの経済性評価フィジビリティ・スタディ（F/S）実施で覚書を締結、共同研究を開始。

－2002年：

3者間でINT/4/134という技術プロジェクトとして共同研究開始。

－2003年12月：

韓国科学技術部（MOST）とインドネシア原子力規制庁（BAPETEN）が、SMARTプロジェクトでの許認可手続や両国参加機関の役割分担、政府間原子力協力協定の締結等を協議。

FSの結果が有望ならば、ジャワ本島北東部のマドゥラ島で実機2基(20万kWの電力と4千トン/日の淡水を供給)を設置し技術を実証することで合意、2015年の建設開始、2018年の運転開始が目標。

- この協力は、インドネシアは資金負担をほとんどしないで先端技術とSMART炉の実機を入手でき、韓国はインドネシアで実機により技術の実証ができ、将来の中東や北アフリカへの輸出につながることから、両者の利益が一致したかに見えた。しかし、マドゥラ島で激しい反原発運動が起こり、ユドヨノ大統領は「マドゥラ島での建設はない」と声明せざるを得なくなった。

### 3) 離島等、ジャワ・バリ地域以外での中小型炉の採用も論じられている。

- ボルネオ島の4知事、スラウェシ島の1知事がそれぞれの地元で(ロシア製小型浮遊炉)KLT-40原発建設の希望を表明している。

(出典;2008年10月13-18日の青森市での第16回環太平洋原子力会議(16PBNC)でのインドネシア原子力学会Subuki氏とバンドン工科大学のZaki氏の発表)

しかし、インドネシアの「原子炉許認可法」(2006年12月の大統領令第43号)の許認可条件(運転実績3年以上、同期間の平均設備利用率75%以上)を考えると、まだ稼働実績がない「KLT-40による原子力発電プラント」でのクリアはむずかしいと見られる。

- ボルネオ島(インドネシア語ではカリマンタン島)に2009~11年あたりに、コジェネレーション用中小型炉を入れ、海水脱塩、水素製造、石炭ガス化・液化、石油回収増加に使用するという内容のプレFSを国際原子力機関(IAEA)と実施している。

(出典:2008年9月22-25日、オーストリアのウィーンでの「Workshop on Common User Criteria for Development and Deployment of Nuclear Power Plants for Developing Countries」でのBATANのBangbang Suprawoto氏の発表)

## 10. 人材育成と地元産業界の原子力発電導入への参加

### 1) 人材育成

- ・人材育成のためのナショナル・チームが、調整役を「エネルギー・鉱物資源省 (MEMR)」、メンバーを研究技術担当国務大臣府、労働力・移住省、BATAN、BAPETEN、PLN、大学等として設置された。
- ・原発要員訓練のためのアカデミックな計画が準備された。
- ・原発要員の訓練施設が準備されつつある。
- ・要員の資格基準が準備されつつある。
- ・指導教官訓練のため、指導教官候補者を原発を保有する先進国（仏、日、韓等）に派遣する。
- ・大学と原子力エネルギーの関連する教科の設置で協力する。

### 2) 地元産業界の原子力発電導入への参加

図表 17：調査機関による達成可能国産化率

調査機関	調査年	対象炉型	国産化率				
			1・2号機	3・4号機	5・6号機	7・8号機	9・10号機
Newjec	1994	PWR	25 %	30 %	35 %	60 %	最適化
MHI-WH	1996	AP600	31 %	60 %		-	-
GE	1996	ABWR	26.1 %	31.4 %	37.5 %	60 %	最適化
KEPCO	1997	KSNP1000	25 %	40 %		60 %	-
UGM	2004	OPR1000	25 %	-	-	-	-
KHNP	2006	OPR1000	20 %	50 %		70 %	

\*UGM は不明ながら、Universitas Gadjah Mada（インドネシアのガジャマダ大学）か？

- ・インドネシア産業の原発国産化促進のための戦略として、次の計画を進めている。
  - － 国産品使用の促進
  - － インドネシア産業の参加のための長期プログラムの確立
  - － インドネシア産業の参加計画を策定するナショナル・チームの設立
  - － 発電プラントとくに原発のコンポーネント開発の中核産業の育成

(出典：2010年6月14-17日のIAEA技術協力「長期計画策定」ワークショップでのBATAN代表の発表「インドネシアにおける原子力エネルギーの開発」)

## 11. 国際枠組への加入状況

図表18：インドネシアの加入している原子力関係国際条約

条約等名称		批准時期
原子力安全条約 <sup>☆</sup>		2002. 04. 12
使用済燃料安全管理・放射性廃棄物安全管理合同条約 <sup>☆</sup>		署名1997. 10. 06
原子力事故早期通報条約 <sup>☆</sup>		1993. 11. 12
原子力事故または放射線緊急事態における援助条約 <sup>☆</sup>		1993. 11. 12
原子力損害賠償諸条約	ウィーン条約 <sup>☆</sup>	未加盟
	ウィーン条約改正議定書 <sup>☆</sup>	
	ウィーン条約とパリ条約の適用に関する共同議定書 <sup>☆</sup>	
	原子力損害の補完的補償条約 <sup>☆</sup>	署名1997. 10. 06
核不拡散条約 (NPT) <sup>☆☆</sup>		1979. 07. 12
IAEA保障措置協定 (* INFCIRC283) <sup>☆</sup>		発効1980. 07. 14
IAEA追加議定書 <sup>☆</sup>		署名・発効1999. 09. 29
包括的核実験禁止条約 (CTBT) <sup>☆☆☆</sup>		署名1996. 09. 24
核物質防護条約 <sup>☆</sup>		1986. 11. 05
核物質防護条約改定条約 <sup>☆</sup>		未加盟

☆ IAEAのFactsheets: Country List、Safeguards Current Status、Safeguards and Verificationで、URLは<http://ola.iaea.org/OLA/treaties/multi.asp>から入る。

原子力事故早期通報条約は

[http://www.iaea.org/Publications/Documents/Conventions/cenna\\_status.pdf](http://www.iaea.org/Publications/Documents/Conventions/cenna_status.pdf)

また米国国務省のNPT加盟国一覧表

☆☆ 米国国務省「NPT署名・加盟国リスト」

☆☆☆ 原水禁のホームページ <http://www.gensuikin.org/mt/000505.html>

インドネシア側資料（2007年12月6日、バリ島でのUNFCCCでのBATANのHudi Hastowo長官の発表「Nuclear Power in Indonesia: a Program under Development」）では、上記と違う以下の内容となっている。

- ・ NPT批准：1978年（法令第8号）
- ・ 核物質防護条約とその改定条約批准：1986年（大統領令第49号）
- ・ 原子力安全条約批准：2001年（大統領令第106号）
- ・ ウィーン条約改定議定書署名：1997年署名

- ・ インドネシアは、東南アジア非核兵器地帯条約（バンコク条約）を1997年に批准している。

## 12. インドネシアの原子力研究開発利用の歴史

図表 19：インドネシアの原子力研究開発利用年表

年 月	事 項
1954 年	太平洋での核実験の影響評価を目的に「国家放射能・原子力委員会」を設立
1957 年 8 月	国際原子力機関 (IAEA) に加盟
1958 年 12 月 5 日	政府規則第 65 号公布により、「原子力委員会 (Atomic Energy Council) =大 統領府直属諮問機関」と原子力研究所を設立。
1960 年 6 月	米国と原子力協力協定調印
1961 年 3 月	ソ連と原子力協力協定調印
1961 年	バンドンに原子力技術研究所着工
1964 年	政府規則第 31 号 (後の「原子力基本法」) 制定
1964 年 10 月	バンドンの研究炉 TRIGA-MARK II (250kW) 臨界
1965 年	政府規則第 33 号により「原子力研究所」を「原子庁 (BATAN)」に改組。 バンドンとガジャマダの研究所が傘下に入る
1966 年	BATAN のパジャマ原子力科学研究センター設立。放射線の研究開発が中心
1967 年	BATAN のジョグジャカルタ原子力技術研究センター設立
1967 年 12 月	米・IAEA・インドネシア保障措置協定発効
1968 年	BATAN のパジャマ原子力科学研究センターで、Co-60 照射施設の開所式
1969 年	フランスとの原子力協力協定発効。カマンタンでウラン共同探査
1970 年	バンドン原子力研究所で核医学診断施設開所式
1970 年	IAEA のアジア原子力地域協力協定 (RCA) に加盟
1971 年	ソ連との原子力協力協定打ち切り
1971 年	IAEA と原子力発電についての共同研究を実施
1971 年	バンドンの TRIGA-MARK II 炉 1MW に増強して臨界達成
1971 年 4 月	西ドイツとの科学技術協力協定発効
1972 年	イタリアとの科学技術協力協定調印
1972 年	政府内に原子力発電準備のための委員会を設置
1975 年 4 月	ジョグジャカルタで研究炉 KARTINI (TRIGA-MARK II 型 100kW) 建設開始
1976 年	西ドイツと原子力協力協定調印
1977 年 12 月	伊新型炉開発公社 (NIRA)-BATAN 協力取極調印。原子力発電のフジビリティ・ステ ィ (FS) 開始 (1980 年まで)
1979 年 1 月	ジョグジャカルタの研究炉 KARTINI (100kW) 初臨界
1979 年 7 月	核不拡散条約 (NPT) 批准
1980 年	米国との原子力協力協定全面改訂調印
1980 年 7 月	IAEA 保障措置協定発効 (INFCIRC283)
1981 年	インドと原子力協力協定調印
1982 年	カナダと原子力協力協定調印
1982 年 6 月	スルボンに建設する 30MW 多目的研究炉 (RSG-GAS)、西ドイツ INTERATOM に発注
1983 年 1 月	30MW 多目的研究炉 (RSG-GAS)、建設開始 (スルボン)

1983年	RCA/UNDP 工業利用計画で レックス照射施設(Co-60)完成
1984年	パシフィック研究センターで、RCA/UNDP 工業利用計画の塗装板照射施設(300keV 電子加速器)完成
1987年7月	30MW 多目的研究炉臨界(スポン)
1991年8月	ニューゼック社(日本)が原子力発電のFS 契約を受注
1993年12月	ニューゼック社、原子力発電のFS の敷地外調査報告書を BATAN に提出
1994年	パシフィック研究センターで 2MeV の電子加速器の開所式
1996年	BATAN の子会社 BATAN Teknologi 設立。炉燃料要素製造、ラジオアイソトープ製造、計測装置の製造、原子力エンジニアリング・サービスを事業内容とする。
1996年2月	原子力規制庁(BAPETEN)設立に関する原子力法改正法案の審議を開始
1996年5月	ニューゼック社、用地・環境調査をまとめ、FS 最終報告を国家エネルギー調整委員会(BAKOREN)に提出。しかし、ハビビ研究技術担当国務大臣は、翌年の総選挙への影響を考慮して、この計画の無期限延期を決定
1997年2月	原子力法改正法案(「原子力エネルギーに関する1997年法令第10号」、国会にて成立。原子力推進機関(BATAN)と原子力規制機関(BAPETEN)を分離した。
1997年4月	新原子力法制定
1998年5月	BAPETEN に関する大統領令発布
1998年8月	BAPETEN 業務開始
1998年12月	BATAN 大統領令第197号発令。National Atomic Enrgy Agency は National Nuclear Energy Agency に改称
1999年4月	BATAN 加速器プロジェクトチーム発足
1999年9月	IAEA の保障措置追加議定書に調印
1999年12月	IAEA のエルバラダイ事務局長がインドネシアを訪問し、ワト大統領との会談で原子力発電に関する研究での協力を合意した。これに基づき「インドネシアの電源多様化に関する総合評価(CADES)」が IAEA の協力で実施され、2003年8月、IAEA よりカワラティ大統領に手渡された
2000年4月	BATAN 科学諮問委員会(SAC)初会合
2000年6月	パシフィック研究炉出力増強(1MW→2MW)記念式典
2001年8月	原子力工科大学(STTN あるいは PoINT と略称)開校
2002年4月	原子力安全条約を批准
2004年2月	エネルギー・鉱物資源大臣令「国家エネルギー政策(KEN)」(2004~20年)で原子力発電が初めて電源構成の中で、位置づけられた
2004年12月	国会の第7委員会がBATANに原子力発電所建設の前倒し実施の検討を指示
2005年4月	エネルギー・鉱物資源大臣令「国家電力総合計画(RUKN2005)」で、2015~19年に初号原発の運開を決定
2006年1月	2004年2月の「国家エネルギー政策」を2006年第5号の大統領令として再発令。原子力発電事業の推進主体設置について初めて言及
2006年11月	安倍首相が、来日中のユドヨノ大統領と会談、共同声明で原子力発電所導入のための制度整備への協力を約した
2007年2月	「長期国家開発計画法：2005~25年」制定。原発初号機の2015~19年の運開を明記

2007年7月	「エネルギー法」制定。エネルギー計画と将来の戦略のための法的枠組を規定
2007年11月	経産省資源エネルギー庁とエネルギー・鉱物資源省エネルギー利用総局がシヤルタで原子力協力文書に署名

### 13. BATAN の研究炉

図表 20 : BATAN の研究炉

名称	所在地	仕様・利用状況	
TRIGA-II BANDUNG (IAEA の識別コード番号は) ID-0001	物質・年代測定原子力技術センター (PTNBR) バンドン	着工/臨界 型式/出力 最大熱中性子束 最大高速中性子束 燃料 減速材/冷却材/反射材 制御棒材質/本数 初期コスト/年間コスト 総スタッフ数/運転員数 実験設備 炉心照射施設 炉心最大中性子束 運転許可	1961年1月1日/1964年10月19日 TRIGA MARK-II /2, 000kW 5.1 E13 (n/cm <sup>2</sup> -s) 2.1 E13 (n/cm <sup>2</sup> -s) UZrH(米国 GA 社製, 米国濃縮), SS 被覆, 被覆厚 0.5mm, 取出時の最大燃焼度 50%, 平均燃焼度 35%, 平衡炉心サイズ 103, 制御棒寸法 37.46×901mm, 燃料厚 36.1mm H <sub>2</sub> O, ZrH/軽水/黒鉛, H <sub>2</sub> O B <sub>4</sub> C/5 本 35 万ドル/10 万ドル 330/16 水平チャンネル 6 (物理実験), 垂直孔 (アイソトープ製造, 照射) 5 15.1 E13 (n/cm <sup>2</sup> -s) 2016 年まで有効
KARTINI-PPNY ID-0002	ジョグジャカルタ加速器・物質加工技術センター (PTAPB) ジョグジャカルタ	着工/臨界 型式/出力 最大熱中性子束 最大高速中性子束 燃料 減速材/冷却材/反射材 制御棒材質/本数 総スタッフ数/運転員数 実験設備 炉心照射施設 炉心最大中性子束 利用状況 運転許可	1975年4月1日/1979年1月25日 TRIGA MARK-II /100kW 1.2 E12 (n/cm <sup>2</sup> -s) 2.4 E12 (n/cm <sup>2</sup> -s) 20%濃縮 235U (25), ウラン密度 5.99 g/cm <sup>3</sup> , 米国 GA 社製, 米国濃縮, アルミニウム合金または SST で被覆, 被覆厚. 76&0.51mm, 平衡炉心サイズ 75, 制御棒寸法 37.5×724mm, 燃料厚 3.6mm, 35.8mm 取出時の最大燃焼度 50%, 平均燃焼度 15%, H <sub>2</sub> O, ZrH/軽水/黒鉛 B <sub>4</sub> C/3 本 34/17 水平チャンネル 5 (水平最大中性子束 1.0 E07 (n/cm <sup>2</sup> -s), 中性子 & カンマ放射グラフィ, 中性子源) 2 7.0 E11 (n/cm <sup>2</sup> -s) 6 時間/日 × 5 日/週 × 30 週/年運転。年間 1MWD 使用。材料・燃料試験回数 84。学生 41 人の教育訓練。実験運転員 8 名。 2010 年まで有効 (27)

RSG-GAS (MPR-30) ID-0003	スルボンの PUSPIPTEK (BATAN の 多目的研 究炉センタ ー: PRSG)	着工/臨界 型式/出力 最大熱中性子束 最大高速中性子束 燃料	1983年1月1日/1987年7月29日 プール型/30MW 2.52 E14 (n/cm <sup>2</sup> -s) 2.29 E14 (n/cm <sup>2</sup> -s) U <sub>3</sub> Si <sub>2</sub> Al <sub>x</sub> (米国、フランス、英国), ウラン密度 2.96 g/cm <sup>3</sup> PT BATAN Teknologi 社製 (国産), 濃縮は米国で。平衡炉心 サイズ 48, エLEMENT 当たりのプレート数 21, プレート寸法 1.3×70.75× 625mm, 燃料厚 0.54mm, アルミニウム合金被覆, 被覆厚 0.38, 取出時 の最大燃焼度 56%, 平均燃焼度 53%
		減速材/冷却材/反射材 制御棒材質/本数 初期コスト/年間コスト 総スタッフ数/運転員数 実験設備	軽水/軽水/Be, H <sub>2</sub> O Ag, In, Cd/4 1億7千万ドル/イタマルク/500万ドル 202/25 水平チャンネル6 (最大中性子束 2.6 E14 (n/cm <sup>2</sup> -s)。基礎研究用 5, アイソトープ製造1), 垂直チャンネル1 (シリコンドープピグ、アイソトープ製 造), 炉心照射設備5 (炉心最大中性子束 4.37 E14 (n/cm <sup>2</sup> -s)), 反射領域照射設備8, ループ5 (最大中性子束 4.0 E13 (n/cm <sup>2</sup> -s))
		利用状況 運転許可	24時間/日×7日/週×21週/年運転。年間2,160MWD使用。 99Mo, 131I, 192Ir, 32P を合計 33,741GBq 製造。中性子散乱で は, HRPD, NRF, HRSANS, FCD/TD, SANS, PD を実施。オンラインビーム時 間は2,100時間。放射化分析サンプル数300。実験運転員13 2020年まで有効(27)

(以上の出典:

- BATAN のホームページ: <http://www.batan.go.id/en2008/>
- Pt BATAN Teknologi (PERSERO) のホームページ
- IAEA の Nuclear Research Reactors in the World :  
<http://www.iaea.org/worldatom/rrdb/>
- 2008年7月26日付け「Regulatory Control of Ageing Research Reactor In Indonesia」  
<http://aimeelani.wordpress.com/2008/07/>