

再エネ予測精度向上に向けた取り組みについて

2022年12月26日

調整力及び需給バランス評価等に関する委員会 事務局

- 第11回再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会（2018年12月26日）において、以下の通り、再エネ予測精度向上に係る取り組みが整理された。
 - ✓ 一般送配電事業者の再エネ予測誤差の削減が効果的に行われているか、広域機関が適正に監視・確認する仕組みとした上で、なお生じざるを得ない相応の予測誤差が残る場合には、これに対応するための調整力の確保にかかる費用について、その負担の在り方を検討する。
- 第38回本委員会（2019年4月19日）において、以下の通り、具体的な取り組み内容を整理した。
 - ✓ 一般送配電事業者の再エネ予測精度向上に向けての取り組みについては、本委員会において確認し、好事例を展開・共有化する。これを広域機関による監視とする。
- その後、再エネ予測精度向上のためには、一般送配電事業者が気象会社等から入手している気象情報の精度向上が必要であることから、気象の専門家を含む関係者で「太陽光発電における出力予測精度の向上に向けた研究会」を開催し、大外し低減のための技術開発に向けた議論を行ってきた。
- 2020年12月の上記研究会において、複数の気象モデルを活用することで、予測の大外しが低減できることが示され、一般送配電事業者が再エネ予測誤差に対応するための調整力(三次調整力②)に複数の気象モデルを活用することが提言された。この結果を受け、第56回本委員会(2020年12月18日)にて、一般送配電事業者が目指すべき水準に複数の気象モデル活用を加え、その達成状況を確認することとし、第65回本委員会(2021年9月22日)にて、適用状況について報告したところ。
- 本日は、複数モデルの導入状況および導入効果の分析について報告する。また、今年度7月から中部エリアにて先行導入したアンサンブル予報の活用についての報告および他エリアへの展開についてご議論いただきたい。

再エネ予測誤差に対応するための調整力の費用負担について

86

- 一般送配電事業者による再エネ予測誤差の削減が効果的に行われているかについて、広域機関が適正に監視・確認する仕組みとした上で、なお生じざるを得ない相応の予測誤差が残る場合には、これに対応するための調整力の確保にかかる費用について、その負担の在り方を検討する必要がある。
 - 三次調整力②については、2021年目途に創設される需給調整市場において調達を開始される。このため、再エネ予測誤差に対応する調整力を確保するための費用については、2021年以降は、需給調整市場で実際に調達された三次調整力②の Δ kWの確保にかかる費用を基に算定することができるのではないかと。
- ※ 調達実績を集計できるまでの間は、暫定的に、今般示されたような三次調整力②の Δ kW相当の調整力を確保するための費用の試算を基に算定することもあり得る。
- また、これらの費用は、FIT特例制度に起因して必要となっていること、更にはFIT特例制度により生じるインバンスリスク（kWh）は既にFIT交付金で手当していることも踏まえ、生じざるを得ない相応の予測誤差とその調整力の確保にかかる費用が残る場合には、FIT交付金を活用して負担することについて検討してはどうか。
 - ただし、その際は、現行のインバンスリスク料の考え方と同様、かかる費用を自動的に全て補填するのではなく、予測誤差を削減し確保すべき調整力を減らすインセンティブが働く仕組みにする必要があるのではないかと。
 - こうした方策について、今後行われるFIT法の抜本見直しも見据え、2020年度を目途に具体化できるよう検討を進めることとしてはどうか。

まとめ

68

- 発生するかどうか分からない再エネ予測誤差に対応するために、出力を調整できる状態で電源を待機させておくこと (ΔkW) にコストが生じており、これはTSO・BGのいずれが対応しても同様に生じるコストとなる。このため、社会全体で再エネの調整にかかるコストを大幅に低減するためには、 ΔkW を低減することが決定的に重要となる。
- 再エネ予測誤差（下ぶれ）へ対応するために行う三次調整力②の ΔkW 調達については、再エネ予測の大外しに備える必要があり、電源の準備等に要する時間について考慮する必要がある。このため、再エネ予測誤差（大外し）を改善し、 ΔkW 量の低減を図るために、遅くとも前日夕方予測精度が向上したとしても、大外しがなくなる限り、必要となる ΔkW 量に有意な変化は生じないと考えられるため、大外しを減らすことが重要。
- 前日夕方時点における気象予測精度の向上（大外しの低減）が必要となる。当日朝時点の予測精度向上や平均的な三次調整力②の ΔkW を減らす方法は主に以下の3つが考えられる。
 - ① エリア毎に確保している ΔkW 必要量についてエリア間不等時性を踏まえた見直し（広域運用できた以降）
 - ② FIT再通知による予測精度向上（ ΔkW 調達まで）
 - ③ 再エネ予測そのものの精度向上（大外しの低減）

※①は広域機関、②は国、③は一般送配電事業者が取り組む。（③のうち、気象情報の精度向上は気象の専門家による）
- 広域機関としては、本委員会において上記の一般送配電事業者の取組みについて確認し、好事例の展開・共有化に努める。実質的にこれが広域機関による監視となるのではないか。
- また、一般送配電事業者が気象会社等から入手している気象情報の精度向上については、エリア毎というより全国共通の課題であり、一般送配電事業者の努力だけでは達成できないことである。
- 気象情報の精度向上に向けては、気象の専門家を含む関係者が協力して取り組むことが重要であり、気象庁・気象会社等が提供する気象情報に関する実証事業・技術開発等に取り組んでいただくことが不可欠である。どのように取り組んでいくかは、資源エネルギー庁と具体的に相談してまいりたい。
- なお、 ΔkW 調達以降については平均的にも予測誤差を改善することによりインバランスリスク料の低減ができる可能性がある。こういった時間領域についても同様に取り組んでいくこととしてはどうか。

(参考) 太陽光発電における出力予測精度の向上に向けた勉強会

- 電力広域的運営推進機関の検討会において、三次調整力②の Δ kW必要量を減らすためには、前々日・前日時点での気象予測の大外しの低減が重要であると整理された。
- これを踏まえ、2020年2月～3月に、気象予測の専門家や事業者が参加する勉強会を開催。
- 同勉強会では、予測誤差の原因と精度向上に向けた技術手法を議論するとともに、実際の大外し事例に基づくサンプル分析を実施し、今後必要と考えられる技術開発の方向性を取りまとめた。

<委員・オブザーバー構成> (五十音順)

(委員)

- ・ 大関 崇 産業技術総合研究所 太陽光発電研究センターシステムチーム 研究チーム長
- ・ 鈴木 靖 政策研究大学院大学 防災・危機管理コース講師 防災政策研究会 気象防災委員長
- ・ 新野 宏 東京大学 名誉教授 東京大学 大気海洋研究所 特任研究員【座長】

(オブザーバー)

- ・ 気象庁
- ・ 資源エネルギー庁
- ・ 電気事業連合会
- ・ 電力・ガス取引監視等委員会
- ・ 電力広域的運営推進機関
- ・ 東京電力パワーグリッド株式会社

<気象予測誤差の原因>

- ① 初期値に含まれる誤差の増大
初期値の僅かな差異が時間発展とともに増大し、数日先の予測結果が大きく異なる場合がある。
- ② 気象モデルの不完全性
気象モデルでは、計算機の性能の限界により、ある大きさのモデル格子で予測計算を行わざるを得ないため、大気の振る舞いを完全には表現できない。

<今後の技術開発の方向性>

- ① 誤差の拡大を事前に把握する手法として、アンサンブル予報※の活用
- ② 気象モデルの不完全性を補う手法として、複数の気象モデルの活用
- ③ これらと併せて、気象モデル自体の精度向上

※アンサンブル予報：少しずつ異なる初期値を多数用意する等して多数の予報を行い、予報のばらつき具合等の情報を用いて気象現象の発生を確率的に捉え、予測の信頼度を分析する手法。

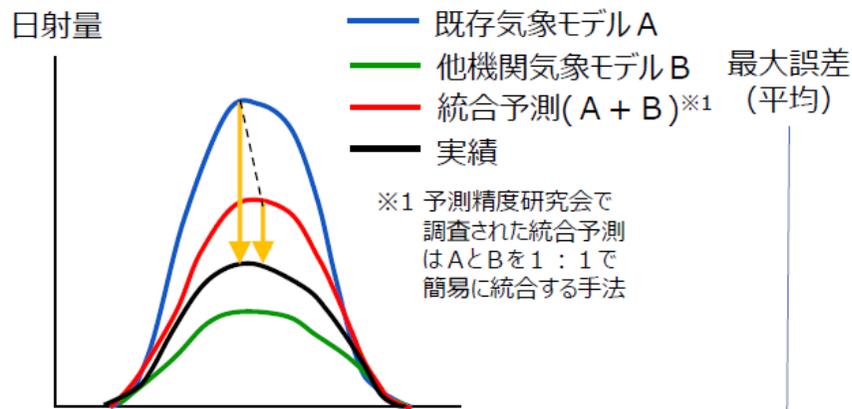
23

複数の気象モデルの活用について

10

- 個々の気象予測モデルには、大気のカオス性と気象モデルの不完全性に起因する不確実性が存在するが、複数の気象モデルを統合することでこの不完全性を補うことができる。
- 昨年12月の第2回予測精度研究会において、複数の気象モデルを活用することで、大外しが低減できること、及びその低減効果は適切な統合を行うことで更に効果が大きくなることが示されたことから、第56回本委員会（2020年12月18日）にて、一般送配電事業者が目指すべき水準に加えることとした。
(アンサンブル予報の活用、及び気象モデル自体の精度向上による手法については、継続検討中)

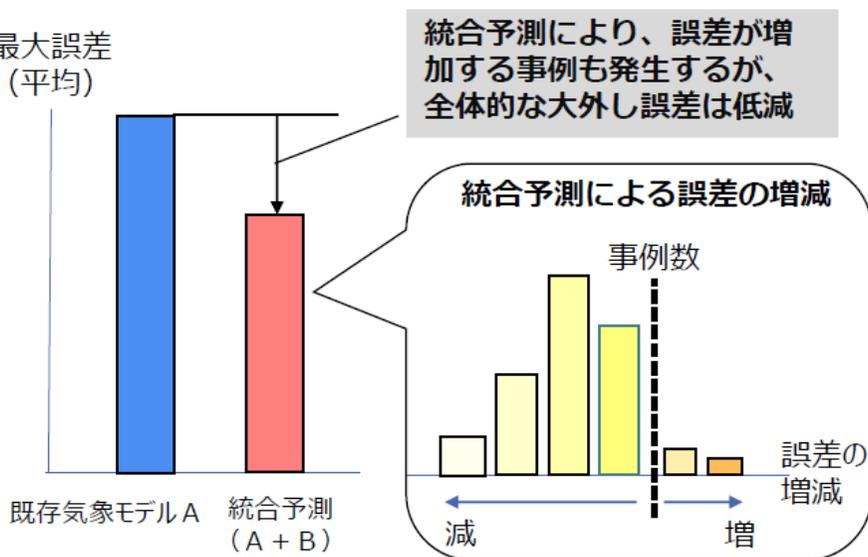
【複数の気象モデルの活用による効果イメージ】



複数のモデルを統合することで
個々のモデルが持つ不完全性を補う※2

※2 複数モデルの予測値を統合（平均処理など）することで、大気のカオス性と気象モデルの不完全性（小さいスケールの現象に対する数値計算での近似等）に起因する不確実性を補い、より精度が高い予測値を得ることができる。
(参考：気象学会誌「天気」第58巻10号『マルチモデルアンサンブル』)

【大外し事例を対象とした 予測手法ごとの最大誤差低減イメージ】



出所) 第56回調整力及び需給バランス評価等に関する委員会（2020.12.18）資料3をもとに作成
https://www.occto.or.jp/iinkai/chouseiryoku/2020/chousei_jukyu_56_haifu.html

出所) 第65回 調整力及び需給バランス評価等に関する委員会（2021年9月22日）資料5
https://www.occto.or.jp/iinkai/chouseiryoku/2021/files/chousei_65_05.pdf

三次調整力②調達量の推移状況の確認について

34

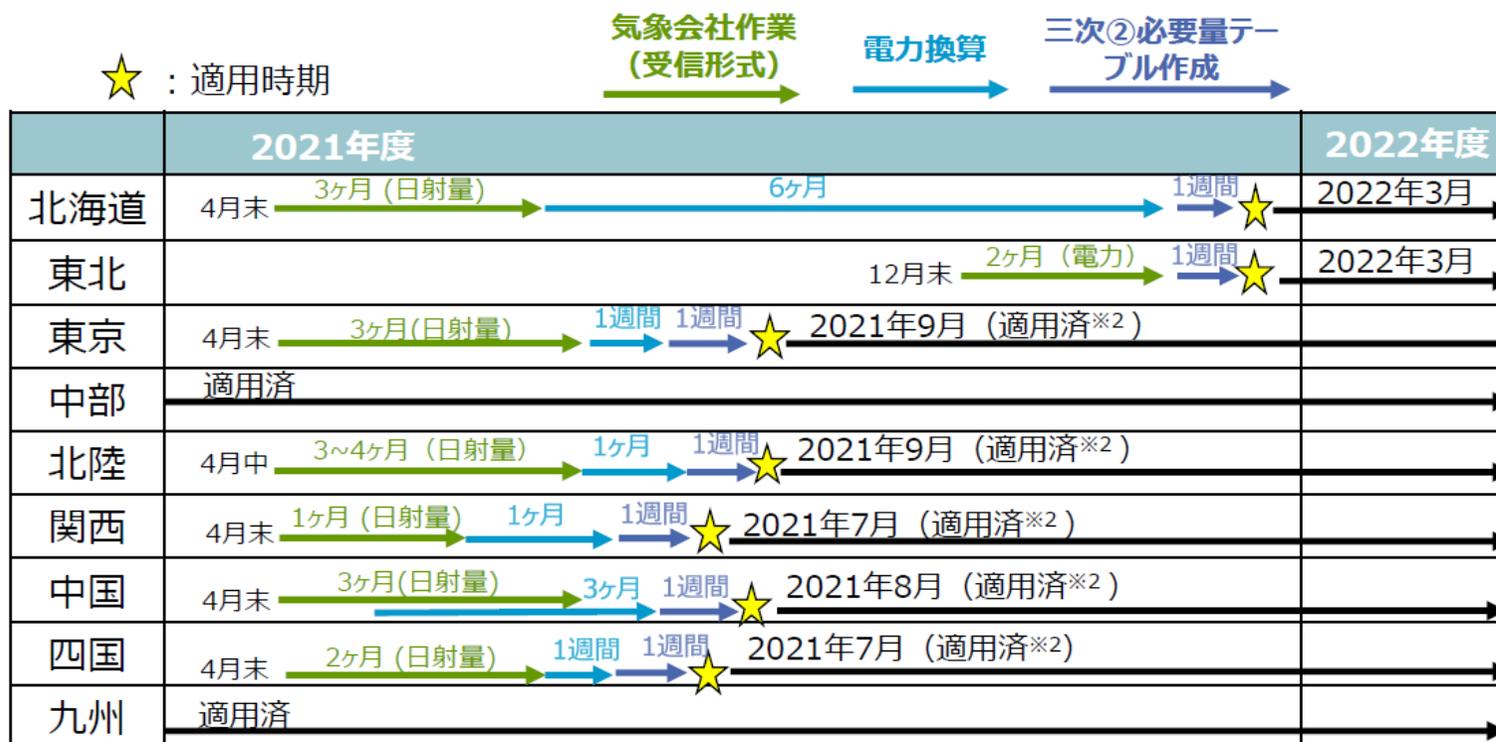
- 再エネ予測誤差に対応する調整力費用については、一般送配電事業者による再エネ予測誤差の削減が効果的に行われているかについて、広域機関が監視・確認する仕組みとした上で、なお生じざる得ない相応の予測誤差が残る場合には、予測誤差を削減し確保すべき調整力を減らすインセンティブが働くようにしつつ、その調整力の確保にかかる費用をFIT交付金により負担することについて国にて検討が進められている。
- 今後、予測精度研究会では、複数の気象モデルの活用に加え、アンサンブル予報の活用や気象モデル自体の精度向上についての技術開発を検討していく予定であり、一般送配電事業者が取組む予測精度向上の更なる拡大が期待される。
- そして、三次調整力②の必要量については、広域機関と一般送配電事業者で事前・事後の検証を行うこととしており、必要量の算定方法や再エネ予測誤差に対する十分性などを需給調整市場検討小委員会で確認していくこととしている。
- 以上を踏まえ、**本委員会では、定期的に、予測精度向上に向けた取り組み状況とともに、三次調整力②調達量の推移状況を合わせて確認することにより、再エネ予測誤差に対する必要な調整力が確保（需給調整市場検討小委員会の報告を参照）されていることを原則として、再エネ予測誤差の削減が効果的に行われているかを確認していくこととしてはどうか。**
- また、2021年度から需給調整市場により三次調整力②の調達を開始されることを踏まえ、**今回、新規取り組み事項として追加した「複数の気象モデルの活用」について、2021年4月時点での各一般送配電事業者の取り組み状況についても確認することとしてはどうか。**

複数モデルを活用した三次②必要量テーブルの適用時期について

21

■ 複数の気象モデル予測を活用した三次②必要量テーブル※1は、概ね2021年度の上期までに適用されている。

※1 第21回需給調整市場検討小委員会(2021.1.29)において、事前評価を行った方法で作成



※2 四国エリアでは、7月上旬に1年目のデータを、7月中旬に2年目のデータを複数モデル予測値に置き換え
 その他エリアでは、記載の時期に2年分のデータを複数モデル予測値に置き換え(関西エリアは各月の三次②必要量
 テーブルを構成する対象月のデータを順次変更することで適用時期を早期化)

1. 複数の気象モデルの活用について
2. アンサンブル予報の活用について
3. 今後の取り組みについて

1. 複数の気象モデルの活用について
2. アンサンブル予報の活用について
3. 今後の取り組みについて

- これまでの再エネ予測精度向上に向けた取り組みとして、第65回本委員会で報告した通り、三次調整力②の必要量算出にあたり、複数の気象モデル（以下、「複数モデル」という）を活用し、その導入効果を本委員会でも確認することとしていた。
- 複数モデルは、個々の気象予測モデルに存在する不確実性に対し、複数の気象予測モデルを統合することで不確実性を補う手法であり、再エネ予測の大外し低減が期待できることから、三次調整力②の必要量算出に導入した。三次②必要量は現状2年間の実績データから算出していることから、過去データに遡って、三次②必要量テーブルの母集団データを複数モデルを活用したデータに置き換えることで、早期の導入を図った。
- 各一般送配電事業者における三次②必要量テーブルへの複数モデルの適用は、2022年4月に全エリアで完了している。

各エリアにおける複数モデル導入時期

エリア	導入時期
中部・九州	2021年4月
関西・四国	2021年7月
中国	2021年8月
東京・北陸※	2021年9月
東北	2022年3月
北海道	2022年4月

※東京・北陸エリアについては、2021年4月時点より、必要量テーブルにおける一部実績データについて、複数モデルを活用したデータを使用

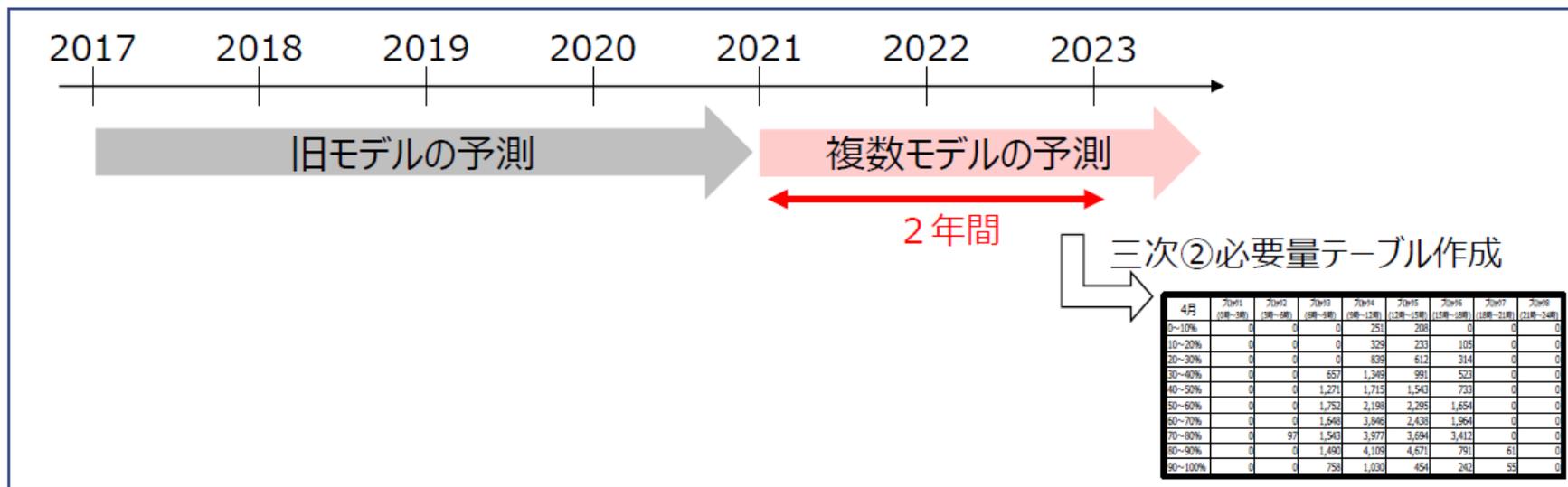
★ : 適用時期

気象会社作業 (受信形式) 電力換算 テーブル作成

	2021年度	2022年度
北海道	4月末 $\xrightarrow{3ヶ月(日射量)}$ $\xrightarrow{6ヶ月}$ $\xrightarrow{1週間}$ ★	2022年4月 (適用済)
東北	12月末 $\xrightarrow{2ヶ月(電力)}$ $\xrightarrow{1週間}$ ★	2022年3月 (適用済)
東京	4月末 $\xrightarrow{3\sim4ヶ月(日射量)}$ $\xrightarrow{1週間}$ $\xrightarrow{1週間}$ ★	2021年9月 (適用済)
中部	適用済	
北陸	4月中 $\xrightarrow{3\sim4ヶ月(日射量)}$ $\xrightarrow{1ヶ月}$ $\xrightarrow{1週間}$ ★	2021年9月 (適用済)
関西	4月末 $\xrightarrow{1ヶ月(日射量)}$ $\xrightarrow{1ヶ月}$ $\xrightarrow{1週間}$ ★	2021年7月 (適用済)
中国	4月末 $\xrightarrow{3ヶ月(日射量)}$ $\xrightarrow{3ヶ月}$ $\xrightarrow{1週間}$ ★	2021年8月 (適用済)
四国	4月末 $\xrightarrow{2\sim3ヶ月(日射量)}$ $\xrightarrow{1週間}$ $\xrightarrow{1週間}$ ★	2021年7月 (適用済)
九州	適用済	

- 三次調整力②については、過去の再エネ予測誤差実績を月別・予測出力帯別・時間帯別の三次②必要量テーブルとして整理し、前日のFIT特例予測に基づき必要量(調達量)を決定することと第7回需給調整市場検討小委員会(2018年11月13日)にて整理している。
- 複数モデルを導入した以降は、前日のFIT特例予測は精度向上が期待できる一方、三次②必要量テーブルは誤差実績データから作成するため、期待の導入効果を得るにはデータ蓄積が行われるまでの2年間程度の時間を要する。
 (現状2年間のデータを蓄積して三次②必要量テーブル作成し、その評価を行うこととしており、例えば、東京エリアでは、2020年5月に複数モデル導入、2020年5月～2022年4月データ蓄積、2022年5月に三次②必要量テーブル作成することで、複数モデルの効果が表れる)

【通常の三次②必要量テーブル作成】

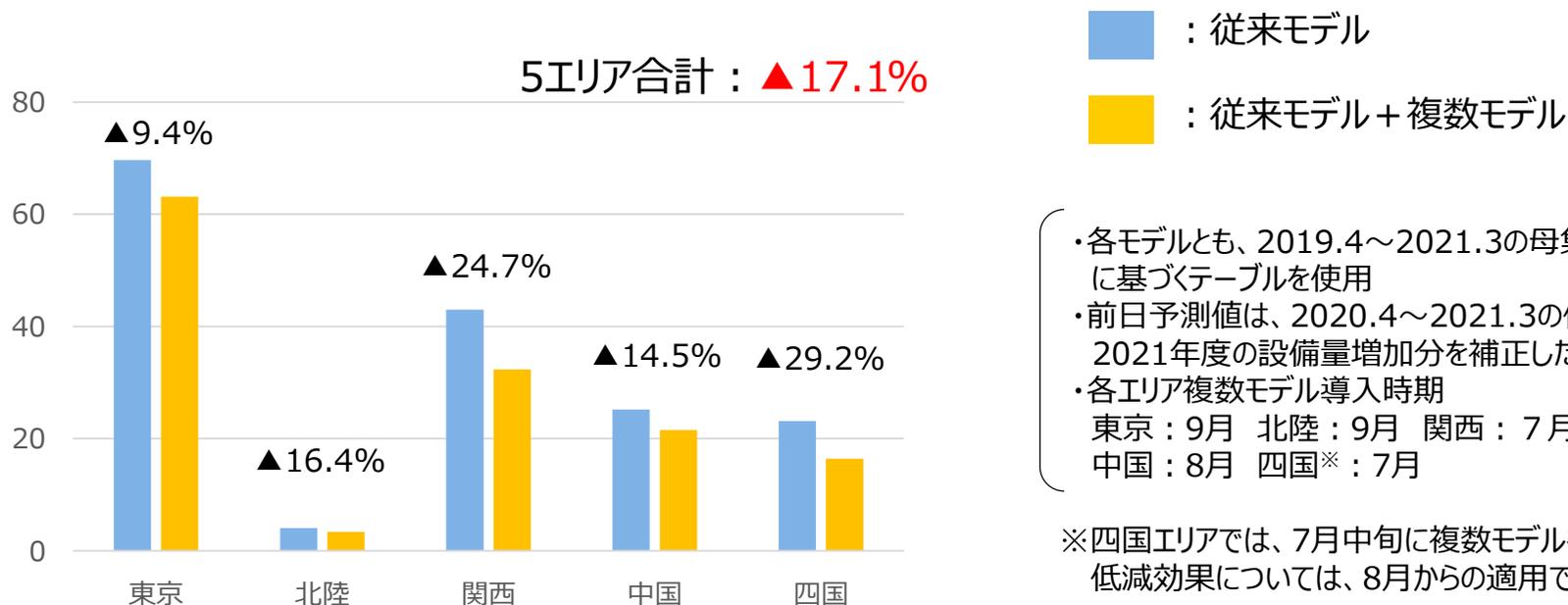


- 2021年度の三次調整力②の調達開始後に新たに複数モデルを導入した5エリア※¹における、複数モデル導入に伴う三次②必要量の期中の低減効果試算値は下記の通りである。
- エリア毎に必要な低減効果に差は生じるものの、5エリアの合計値としては17%程度の低減効果を試算している。
- また、北海道・東北エリアの低減効果については、2022年度の三次②事後検証での確認を予定している。※²

※¹ 東北は21年度中の導入期間が2週間しかないため対象外とした。

※² 21年度以前の複数モデル導入済エリアについては、22年度必要量算出に使用する21年度データが全て複数モデルに置き換わっており、従来モデルでの必要量が算出できないため、22年度の複数モデルによる低減効果確認は北海道・東北エリアとなる。

複数モデル導入有無による三次②必要量（試算値）【億ΔkWh】



・各モデルとも、2019.4～2021.3の母集団データに基づくテーブルを使用
 ・前日予測値は、2020.4～2021.3の値に2021年度の設定量増加分を補正した値を使用
 ・各エリア複数モデル導入時期
 東京：9月 北陸：9月 関西：7月
 中国：8月 四国※：7月

※四国エリアでは、7月中旬に複数モデルを導入したため、低減効果については、8月からの適用で算定。

(参考) 2021年度三次②必要量テーブルの作成方法について

7

母集団データ

算定式

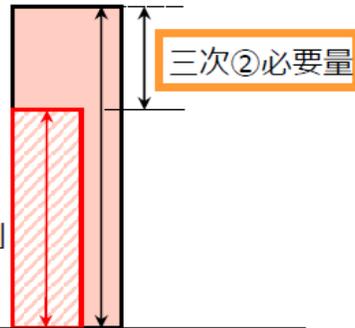
三次②必要量テーブル作成

2021年度三次②必要量テーブル
→ 過去2年分を採用

時刻	予想	実績
0:00~ 0:30	10	3
...
23:30~ 24:00	14	5

「前日予測値 - 実績値」
の再エネ予測誤差の3σ

「GC予測値 - 実績値」
の再エネ予測誤差の3σ



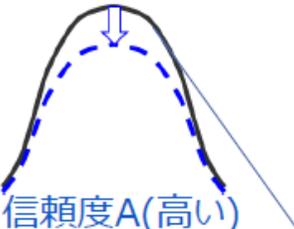
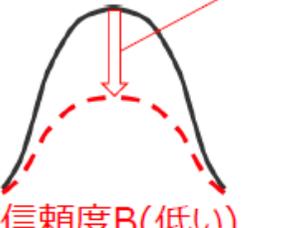
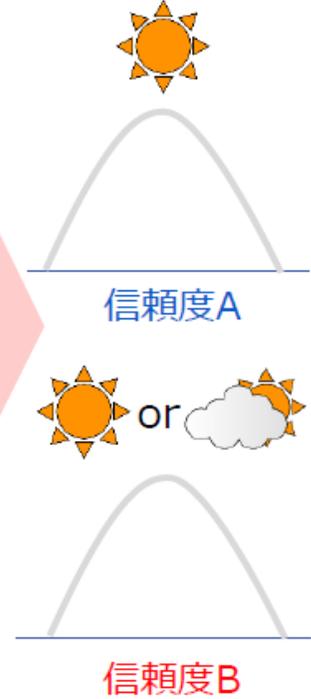
2021年度三次②調達量算出
→ 系統規模1%以上の格差がある場合は特異値として補正

6月	7月01 (0時~3時)	7月02 (3時~6時)	7月03 (6時~9時)	7月04 (9時~12時)	7月05 (12時~15時)	7月06 (15時~18時)	7月07 (18時~21時)	7月08 (21時~24時)
0~10%	0	0	0	0	0	0	0	0
10~20%	0	0	0	188	0	98	0	0
20~30%	0	0	0	0	0	80	0	0
30~40%	0	0	0	1784	2374	320	0	0
40~50%	0	0	1033	1473	1830	683	32	0
50~60%	0	0	45	2316	2220	1081	18	0
60~70%	0	48	301	2133	2478	1803	0	0
70~80%	0	37	1029	3614	332	3371	29	0
80~90%	0	52	1949	4261	5491	1437	33	0
90~100%	0	55	1201	2376	1822	1273	134	0

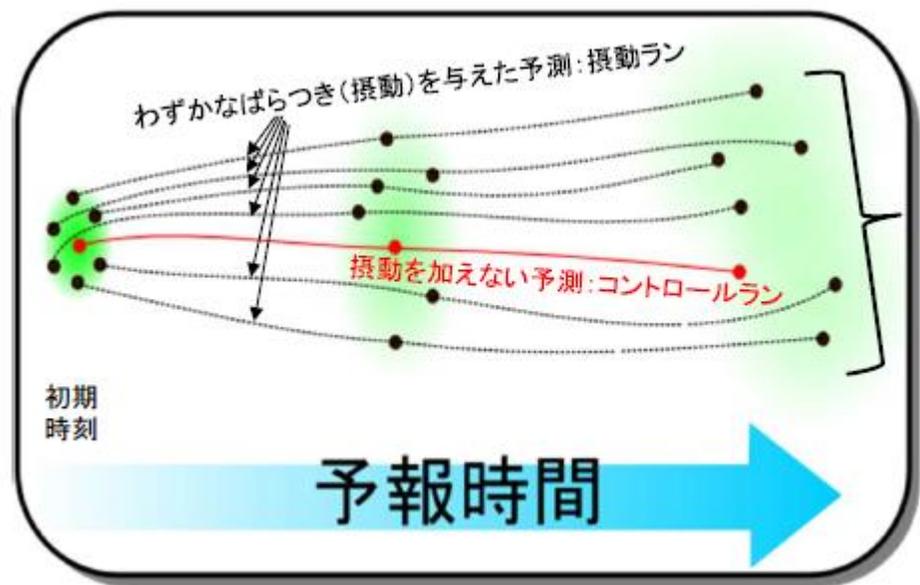
1. 複数の気象モデルの活用について
2. アンサンブル予報の活用について
3. 今後の取り組みについて

- 次に2022年7月から中部エリアにて先行導入したアンサンブル予報の活用について報告する。
- アンサンブル予報に基づく信頼度予測に係る技術開発については、NEDO事業において2024年度までの4年間の計画の中で検討されているところ、早期に必要量を低減することを目的とし、既存の気象モデルによるアンサンブル予報を用いた気象予測の信頼度に応じた必要量の算定方法について、第30回需給調整市場検討小委員会での確認後、2022年7月より中部エリアに先行的に導入された。
- なお、中部エリアへの先行導入に際し、他エリアへの展開については、NEDO事業との連携や気象の専門家を含む関係者の見解等も踏まえ検討することとされ、2022年12月に「太陽光発電における出力予測精度向上に向けた勉強会 兼 連絡会(以下、「気象勉強会」という)」を開催したところ。

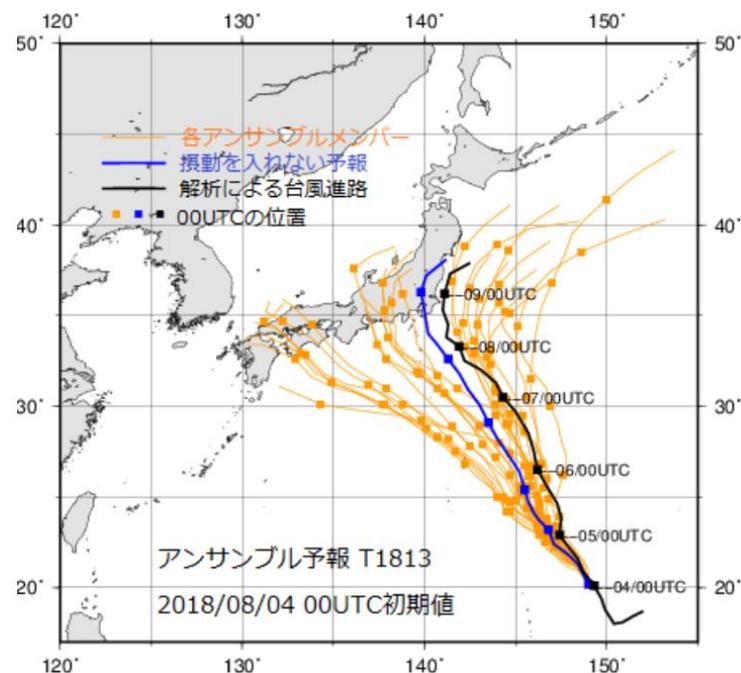
- アンサンプル予報は、予報のばらつき具合を用いて、気象予測の信頼度を分析する手法である。
- 今回中部エリアでは、既存の気象モデルを用い、気象会社にて翌日の日射量予測を信頼度が高い(A)と低い(B)の二つにランク付けし、信頼度AとBそれぞれ別の三次②必要量テーブルを作成し、使い分けるという手法(以下、「新手法」という)となる。

気象会社	中部電力PG																																																																																																																																																																																																						
<p>日射量予測や天候データから翌日の予測信頼度(A,B)を設定・配信</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>信頼度A(高い)</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>・日射量予測や天候データから予測の下振れに対する基準を設定</p> <p>・その基準に従い、相対的に予測の下振れ幅が小さい日を予測信頼度Aと設定</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>信頼度B(低い)</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>信頼度A or 信頼度B</p> </div>	<p>例: 4月におけるブロック4、出力予測値50~60%の場合</p> <p>Aテーブルを使用</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>4月</th> <th>ブロック1 (0時~3時)</th> <th>ブロック2 (3時~6時)</th> <th>ブロック3 (6時~9時)</th> <th style="border: 2px solid blue;">ブロック4 (9時~11時)</th> <th>ブロック5 (12時~15時)</th> <th>ブロック6 (15時~18時)</th> <th>ブロック7 (18時~21時)</th> <th>ブロック8 (21時~24時)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0~10%</td><td>11.0</td><td>13.3</td><td>15.6</td><td style="border: 2px solid blue;">17.9</td><td>20.2</td><td>22.5</td><td>24.8</td><td>83.7</td></tr> <tr><td>10~20%</td><td>0.0</td><td>72.0</td><td>145.3</td><td style="border: 2px solid blue;">218.5</td><td>291.7</td><td>365.0</td><td>36.6</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>20~30%</td><td>0.0</td><td>9.5</td><td>341.8</td><td style="border: 2px solid blue;">362.8</td><td>383.9</td><td>492.4</td><td>36.7</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>30~40%</td><td>0.0</td><td>20.9</td><td>539.8</td><td style="border: 2px solid blue;">834.9</td><td>1371.5</td><td>619.8</td><td>36.7</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>40~50%</td><td>0.0</td><td>32.3</td><td>402.0</td><td style="border: 2px solid blue;">1510.2</td><td>1442.3</td><td>1374.3</td><td>36.8</td><td>0.0</td></tr> <tr style="border: 2px solid blue;"><td>50~60%</td><td>0.0</td><td>43.6</td><td>264.1</td><td style="border: 2px solid blue;">494.4</td><td>1291.2</td><td>856.1</td><td>34.9</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>60~70%</td><td>0.0</td><td>105.1</td><td>276.0</td><td style="border: 2px solid blue;">446.9</td><td>1096.6</td><td>811.9</td><td>36.2</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>70~80%</td><td>0.0</td><td>49.0</td><td>249.2</td><td style="border: 2px solid blue;">589.6</td><td>911.9</td><td>769.5</td><td>37.5</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>80~90%</td><td>0.0</td><td>98.5</td><td>446.0</td><td style="border: 2px solid blue;">732.3</td><td>1108.3</td><td>727.1</td><td>14.1</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>90~100%</td><td>0.0</td><td>54.4</td><td>642.8</td><td style="border: 2px solid blue;">1541.8</td><td>879.1</td><td>216.4</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> </tbody> </table> <p>Bテーブルを使用</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>4月</th> <th>ブロック1 (0時~3時)</th> <th>ブロック2 (3時~6時)</th> <th>ブロック3 (6時~9時)</th> <th style="border: 2px solid red;">ブロック4 (9時~12時)</th> <th>ブロック5 (12時~15時)</th> <th>ブロック6 (15時~18時)</th> <th>ブロック7 (18時~21時)</th> <th>ブロック8 (21時~24時)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0~10%</td><td>5.5</td><td>7.9</td><td>10.9</td><td style="border: 2px solid red;">14.0</td><td>17.1</td><td>20.1</td><td>23.2</td><td>85.1</td></tr> <tr><td>10~20%</td><td>0.0</td><td>72.0</td><td>145.0</td><td style="border: 2px solid red;">218.1</td><td>291.2</td><td>364.3</td><td>36.6</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>20~30%</td><td>0.0</td><td>53.8</td><td>326.6</td><td style="border: 2px solid red;">497.0</td><td>667.5</td><td>276.7</td><td>46.6</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>30~40%</td><td>0.0</td><td>144.8</td><td>708.1</td><td style="border: 2px solid red;">1271.5</td><td>1241.3</td><td>108.9</td><td>56.6</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>40~50%</td><td>0.0</td><td>18.0</td><td>621.0</td><td style="border: 2px solid red;">1147.1</td><td>1038.5</td><td>329.7</td><td>66.7</td><td>0.0</td></tr> <tr style="border: 2px solid red;"><td>50~60%</td><td>0.0</td><td>136.8</td><td>533.8</td><td style="border: 2px solid red;">1022.7</td><td>1207.6</td><td>1159.0</td><td>35.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>60~70%</td><td>0.0</td><td>40.3</td><td>612.2</td><td style="border: 2px solid red;">1100.9</td><td>1589.7</td><td>1293.1</td><td>23.8</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>70~80%</td><td>0.0</td><td>97.9</td><td>522.5</td><td style="border: 2px solid red;">907.4</td><td>1347.1</td><td>1154.2</td><td>12.7</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>80~90%</td><td>0.0</td><td>104.0</td><td>432.9</td><td style="border: 2px solid red;">943.2</td><td>1104.4</td><td>1015.2</td><td>107.2</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>90~100%</td><td>0.0</td><td>54.3</td><td>628.7</td><td style="border: 2px solid red;">979.0</td><td>1021.6</td><td>1064.3</td><td>50.0</td><td>0.0</td></tr> </tbody> </table>	4月	ブロック1 (0時~3時)	ブロック2 (3時~6時)	ブロック3 (6時~9時)	ブロック4 (9時~11時)	ブロック5 (12時~15時)	ブロック6 (15時~18時)	ブロック7 (18時~21時)	ブロック8 (21時~24時)	0~10%	11.0	13.3	15.6	17.9	20.2	22.5	24.8	83.7	10~20%	0.0	72.0	145.3	218.5	291.7	365.0	36.6	0.0	20~30%	0.0	9.5	341.8	362.8	383.9	492.4	36.7	0.0	30~40%	0.0	20.9	539.8	834.9	1371.5	619.8	36.7	0.0	40~50%	0.0	32.3	402.0	1510.2	1442.3	1374.3	36.8	0.0	50~60%	0.0	43.6	264.1	494.4	1291.2	856.1	34.9	0.0	60~70%	0.0	105.1	276.0	446.9	1096.6	811.9	36.2	0.0	70~80%	0.0	49.0	249.2	589.6	911.9	769.5	37.5	0.0	80~90%	0.0	98.5	446.0	732.3	1108.3	727.1	14.1	0.0	90~100%	0.0	54.4	642.8	1541.8	879.1	216.4	0.0	0.0	4月	ブロック1 (0時~3時)	ブロック2 (3時~6時)	ブロック3 (6時~9時)	ブロック4 (9時~12時)	ブロック5 (12時~15時)	ブロック6 (15時~18時)	ブロック7 (18時~21時)	ブロック8 (21時~24時)	0~10%	5.5	7.9	10.9	14.0	17.1	20.1	23.2	85.1	10~20%	0.0	72.0	145.0	218.1	291.2	364.3	36.6	0.0	20~30%	0.0	53.8	326.6	497.0	667.5	276.7	46.6	0.0	30~40%	0.0	144.8	708.1	1271.5	1241.3	108.9	56.6	0.0	40~50%	0.0	18.0	621.0	1147.1	1038.5	329.7	66.7	0.0	50~60%	0.0	136.8	533.8	1022.7	1207.6	1159.0	35.0	0.0	60~70%	0.0	40.3	612.2	1100.9	1589.7	1293.1	23.8	0.0	70~80%	0.0	97.9	522.5	907.4	1347.1	1154.2	12.7	0.0	80~90%	0.0	104.0	432.9	943.2	1104.4	1015.2	107.2	0.0	90~100%	0.0	54.3	628.7	979.0	1021.6	1064.3	50.0	0.0
4月	ブロック1 (0時~3時)	ブロック2 (3時~6時)	ブロック3 (6時~9時)	ブロック4 (9時~11時)	ブロック5 (12時~15時)	ブロック6 (15時~18時)	ブロック7 (18時~21時)	ブロック8 (21時~24時)																																																																																																																																																																																															
0~10%	11.0	13.3	15.6	17.9	20.2	22.5	24.8	83.7																																																																																																																																																																																															
10~20%	0.0	72.0	145.3	218.5	291.7	365.0	36.6	0.0																																																																																																																																																																																															
20~30%	0.0	9.5	341.8	362.8	383.9	492.4	36.7	0.0																																																																																																																																																																																															
30~40%	0.0	20.9	539.8	834.9	1371.5	619.8	36.7	0.0																																																																																																																																																																																															
40~50%	0.0	32.3	402.0	1510.2	1442.3	1374.3	36.8	0.0																																																																																																																																																																																															
50~60%	0.0	43.6	264.1	494.4	1291.2	856.1	34.9	0.0																																																																																																																																																																																															
60~70%	0.0	105.1	276.0	446.9	1096.6	811.9	36.2	0.0																																																																																																																																																																																															
70~80%	0.0	49.0	249.2	589.6	911.9	769.5	37.5	0.0																																																																																																																																																																																															
80~90%	0.0	98.5	446.0	732.3	1108.3	727.1	14.1	0.0																																																																																																																																																																																															
90~100%	0.0	54.4	642.8	1541.8	879.1	216.4	0.0	0.0																																																																																																																																																																																															
4月	ブロック1 (0時~3時)	ブロック2 (3時~6時)	ブロック3 (6時~9時)	ブロック4 (9時~12時)	ブロック5 (12時~15時)	ブロック6 (15時~18時)	ブロック7 (18時~21時)	ブロック8 (21時~24時)																																																																																																																																																																																															
0~10%	5.5	7.9	10.9	14.0	17.1	20.1	23.2	85.1																																																																																																																																																																																															
10~20%	0.0	72.0	145.0	218.1	291.2	364.3	36.6	0.0																																																																																																																																																																																															
20~30%	0.0	53.8	326.6	497.0	667.5	276.7	46.6	0.0																																																																																																																																																																																															
30~40%	0.0	144.8	708.1	1271.5	1241.3	108.9	56.6	0.0																																																																																																																																																																																															
40~50%	0.0	18.0	621.0	1147.1	1038.5	329.7	66.7	0.0																																																																																																																																																																																															
50~60%	0.0	136.8	533.8	1022.7	1207.6	1159.0	35.0	0.0																																																																																																																																																																																															
60~70%	0.0	40.3	612.2	1100.9	1589.7	1293.1	23.8	0.0																																																																																																																																																																																															
70~80%	0.0	97.9	522.5	907.4	1347.1	1154.2	12.7	0.0																																																																																																																																																																																															
80~90%	0.0	104.0	432.9	943.2	1104.4	1015.2	107.2	0.0																																																																																																																																																																																															
90~100%	0.0	54.3	628.7	979.0	1021.6	1064.3	50.0	0.0																																																																																																																																																																																															

- 「アンサンブル（集団）予報」は、数値予報の処理過程（初期値作成、時間積分など）において生じ得る誤差の要因に対応する、わずかなばらつき（摂動）を加えた複数の予測（アンサンブルメンバー）によって、予測の不確実性を評価する手法。
- アンサンブル予報の予測結果から、メンバーの統計量を計算することで、予測の信頼度や確率情報などが得られる。



アンサンブル予報とは



台風進路のアンサンブル予報の例

今回手法の概要について(2/2)

13

- 今回手法について、具体的には、過去実績から予測信頼度がAの日を抽出し、信頼度Aの日のみの誤差実績を母集団データとする三次②必要量テーブル（Aテーブル）を新たに作成する。
- そのうえで、翌日の再エネ出力予測時において、予測信頼度がAであれば、Aテーブルから三次②必要量を抽出することになる。なお、予測信頼度がBの場合は、従来の三次②必要量であるBテーブル（信頼度AとBの日の全データで構成）を使用する。

母集団データ

三次②必要量テーブル作成

・気象会社から過去の信頼度ランクを受領

・過去実績から**信頼度A**の日における誤差実績を抽出

・**信頼度A**の日のみの誤差実績を母集団とするテーブルを新たに作成
・**信頼度A**の日はAテーブルを使用

信頼度	日付
A	4/1
B	4/2
...	...

信頼度	日付	時刻	予想	実績
A	4/1	0:00~0:30	10	8
	
A	...	23:30~24:00	14	11
	
A
A

4	2021 (0時~3時)	2022 (3時~6時)	2023 (6時~9時)	2024 (9時~12時)	2025 (12時~15時)	2026 (15時~18時)	2027 (18時~21時)	2028 (21時~24時)
0~10%	11.0	13.3	15.6	17.9	20.2	22.5	24.8	83.7
10~20%	0.0	72.0	145.3	218.5	291.7	365.0	36.6	0.0
20~30%	0.0	9.5	341.8	362.8	383.9	492.4	36.7	0.0
30~40%	0.0	20.9	539.8	834.9	1371.5	619.8	36.7	0.0
40~50%	0.0	32.3	402.0	1510.2	1442.3	1374.3	36.8	0.0
50~60%	0.0	43.6	264.1	494.4	1281.2	856.1	34.9	0.0
60~70%	0.0	105.1	276.0	446.9	1096.6	811.9	36.2	0.0
70~80%	0.0	49.0	249.2	589.6	911.9	769.5	37.5	0.0
80~90%	0.0	98.5	446.0	732.3	1108.3	727.1	14.1	0.0
90~100%	0.0	54.4	642.8	1541.8	879.1	216.4	0.0	0.0

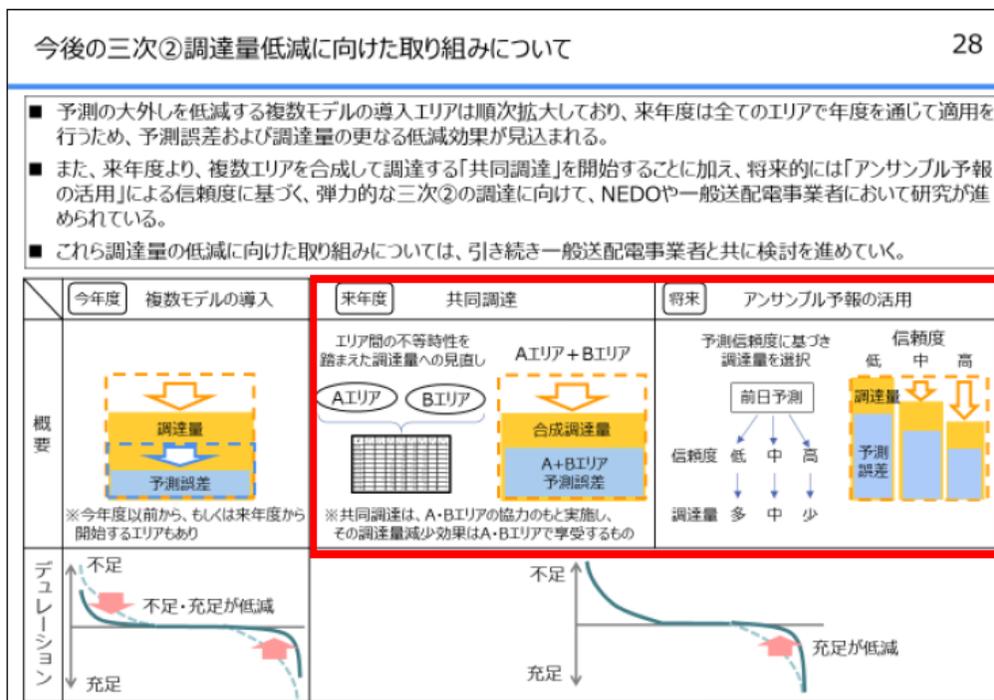
※信頼度Bの日は従来のBテーブルを使用

★信頼度Aの日における予測誤差は小さくなる

今回手法の展開について

17

- 以上の信頼性評価・有効性評価から、まずは中部エリアで先行的に今回手法を導入することとしてはどうか。
- また、今回事例の横展開には、各エリアにおけるデータ分析等に一定の時間を要することや、共同調達エリアにおける課題（共同調達エリア内で信頼度が異なる場合の扱い等）解決も必要となるため、今後、NEDO事業との連携や気象の専門家を含む関係者の見解等も踏まえ、中部電力PG以外の一般送配電事業者へも展開することを検討することとしてはどうか。



- 今回の新手法は、今年度共同調達に参画していない中部エリアにて、2022年7月15日より先行的に導入された。
- 導入後（2022年7月～10月）の三次②必要量の低減効果について、従来の必要量テーブルを使用した場合の必要量とアンサンプル予報を活用した新手法の必要量を比較したところ、全体で約7%の必要量低減効果が確認できた。

中部エリアにおけるアンサンプル予報導入後の必要量変化

	7月※1	8月	9月	10月	計
従来手法[億ΔkWh]	1.4	3.3	3.7	3.4	11.9
新手法[億ΔkWh]	1.3	3.5	3.4	2.9	11.1
低減率[%]	▲9.6	+5.4	▲9.4	▲14.4	▲6.7
信頼度Aの日数※2	9(8)	17(7)	14(11)	12(10)	52(36)
信頼度Bの日数	8	14	16	19	57

※1 7月分は15日以降の実績

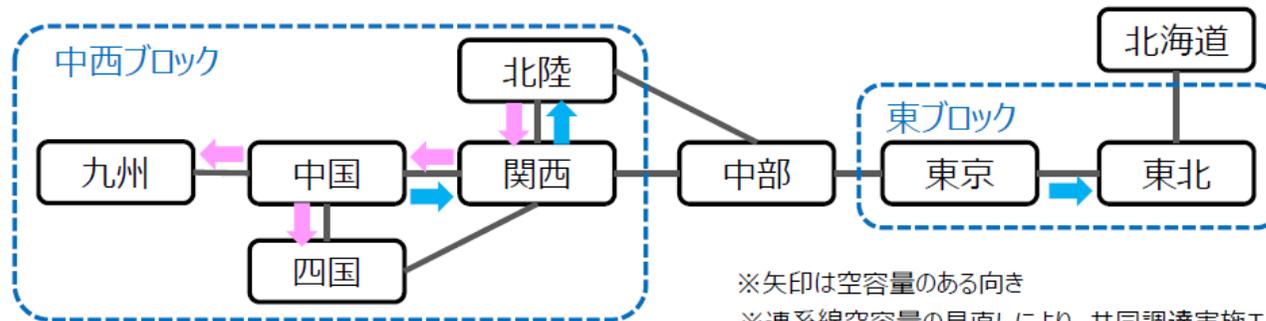
※2 ()は必要量の低減が確認できた日数

2022年度共同調達実施エリアについて

36

- 三次②共同調達は、複数エリア間で3σ相当の再エネ予測誤差は同時に発生しないという前提に立って、必要量を低減させる取り組みであり、第27回本小委員会において、2022年度の三次②事前検証にて、共同調達実施エリアやその効果量の詳細について確認するとしたところ。
- まず、2022年度の共同調達開始時点における実施エリアについては、最新の連系線空き容量実績値を踏まえ、東北・東京（東ブロック）と、北陸・関西・中国・四国・九州（中西ブロック）の2か所で実施することとしたい。
- なお、今回は、現時点で実績が揃っている2021年12月までの連系線空き容量実績値を用い、実施エリアを選定しており、今後、更に実績を蓄積すること等により、適宜、対象エリア拡大も含めて、実施エリアの見直しについて、一般送配電事業者と共に検討を進めることとする。

【2022年度共同調達可能予定エリア】

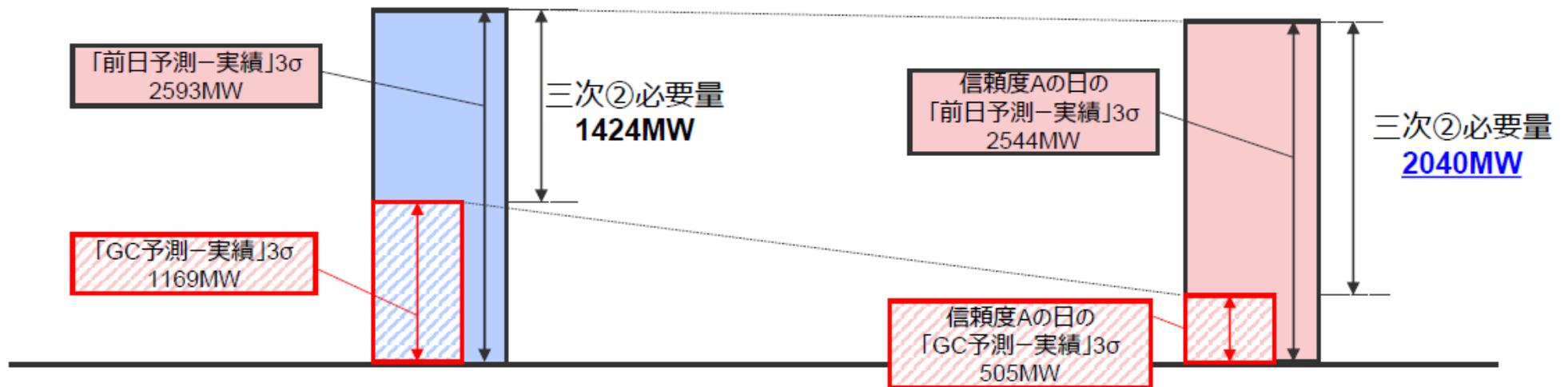


- 三次②は、「前日予測値-実績値」の3 σ 値から「GC予測-実績値」の3 σ 値を差し引いて算出し、月毎・ブロック毎・予想出力帯毎の必要量を必要量テーブルにて算出している。
- また、今回導入した新手法では、アンサンブル予報が前日予測値に対するものであるところ、信頼度Aの日の場合、GC予測値・実績値も含め信頼度Aとなった過去データを抽出し、必要量テーブルを作成している。
- そのような要因から、8月の必要量テーブルにおいて、「前日予測-実績」の3 σ 値の変化がほぼない中で、「GC予測-実績」の3 σ 値のみ減少しているブロック・出力帯があるため、信頼度Aの日において必要量が増加したと考えられる。
- 「GC予測-実績」部分の扱い等については、需給調整市場検討小委員会にて引き続き検討する。

【例：8月テーブル 3ブロック 60~70%】

<従来テーブル>

<信頼度Aテーブル>



- 前述の通り、中部エリアにて先行導入した既存のアンサンブル予報の活用については、各エリアにおけるデータの分析と合わせ、NEDO事業との連携や気象の専門家を含む関係者の見解等も踏まえ、検討することされていた。
- 12月に開催された気象勉強会において、三次②必要量算出における既存のアンサンブル予報活用の他エリアへの展開については、エリア規模による差異などの事前検証は必要と考えられるが、今回確認した新手法の有効性も踏まえ、進めていく方針が確認された。
- 以上から、各エリアでの三次②必要量テーブルへの適用が完了次第、広域機関にて事前評価を行った後に日々の調達に導入することとしてはどうか。
- また、必要量テーブルへの反映方法等の運用の詳細等については、需給調整市場検討小委員会にて引き続き検討することとしたい。

アンサンブル予報の各エリア導入予定

	2022.4Q	2023.1Q
北海道		4月より導入開始
東北		4月より導入開始
東京	2月より導入開始	
中部	2022年7月に導入済	
北陸		4月より導入開始
関西	2月より導入開始	
中国	2月より導入開始	
四国		4月より導入開始
九州	2月より導入開始	

- 三次調整力②必要量低減に向けた一般送配電事業者の取り組みやNEDO事業における気象予測精度向上の技術開発について、関係者で情報の共有・連携を行うとともに、有識者等の意見も確認し技術的なブラッシュアップを行うことを目的とし、2022年12月5日に「太陽光発電における出力予測精度の向上に向けた勉強会 兼 連絡会」を開催。
- 同勉強会では、既存のアンサンブル予報を用いた気象予測信頼度情報を活用した取り組みおよびNEDO事業の検討状況について報告のうえ意見交換。
- 三次調整力②調達量低減に向けた取り組みの検討や先行事例の他エリア展開を進めることおよびNEDO事業の期間中においても技術開発に関する知見・データ等について一般送配電事業者へ連携していくこと等を確認し、必要に応じて勉強会等でも確認・連携を進めることとされた。

<参加者> (五十音順)

- ・ 大関 崇 国立研究開発法人産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター 太陽光システムチーム 研究チーム長
- ・ 鈴木 靖 政策研究大学院大学 防災危機管理コース 非常勤講師防災政策研究会 気象防災委員長
- ・ 新野 宏 東京大学 名誉教授 東京大学大気海洋研究所特任研究員
- ・ 一般財団法人日本気象協会
- ・ 関西電力送配電株式会社
- ・ 気象庁
- ・ 資源エネルギー庁
- ・ 新エネルギー・産業技術総合開発機構
- ・ 送配電網協議会
- ・ 中部電力パワーグリッド株式会社
- ・ 電力・ガス取引監視等委員会
- ・ 電力広域的運営推進機関
- ・ 東京電力パワーグリッド株式会社

<議題>

- ① 中部エリアにおけるアンサンブル予報を活用した三次②必要量算出手法について
- ② 翌日および翌々日程度先の日射量予測技術開発の取り組みについて

<今後の対応>

- ・ 一般送配電事業者における三次②必要量低減に向けた取り組み、およびNEDO事業における日射量予測技術の開発を継続的に進める
- ・ 必要に応じて勉強会等でも確認・連携を進める

NEDO事業とTSO取り組みの連携について

7

- 三次調整力②調達量低減に向けた取り組みとして、TSOにおいては複数の気象モデル活用、複数エリアでの共同調達、およびアンサンブル予報を用いた気象予測の信頼度情報を活用した取り組み等を進めている。【資料4-1,4-2】
- また、気象予測精度向上に係る技術開発については、NEDO事業において2024年度までの4カ年計画で検討が進められているところ。【資料5】
- 三次調整力②調達量の低減については継続的な取り組みが必要であり、最終的な技術開発結果が得られるまでの間においても、三次②低減効果に係る示唆が得られれば、TSOに新たな予測技術の実装を図ることも考えられる。そのため、本勉強会兼連絡会において、両者の状況について共有・連携を図るとともに、それぞれの取り組みのブラッシュアップを図る。
- 本勉強会兼連絡会での議論も踏まえ、TSOにおいては引き続き三次調整力②調達量低減に向けた取り組みの検討や先行事例の他エリア展開を進めることでどうか。
- NEDO事業においては4カ年計画において引き続き検討を進めるとともに、期間中においても技術開発に関する知見・データ等について一般送配電事業者へ連携することでどうか。
- また、TSOの取り組みおよびNEDO事業の進捗も踏まえ、必要に応じて勉強会等でも確認・連携を進めることでどうか。

出所) 太陽光発電における出力予測精度向上に向けた勉強会兼連絡会 (2022年12月5日) 資料抜粋

<既存のアンサンブル予報活用についての主なご意見>

- ✓ 新手法の横展開についても妥当と考えるが、エリアによってどのような影響があるのか等の分析は必要と考える。特に面積の小さなエリアについて、どのような影響があるか等は、事前の気象ベースでの分析が必要と考える。
- ✓ 有効に必要な量が低減されるという事で、他エリアへの展開も期待したい。エリア毎の面積と誤差の関係は過去の研究会でも議論があり、エリア面積が小さいほうが予測精度が低い傾向にあると思うので、展開する際は事前の検証をお願いしたい。

三次②必要量に関する検証プロセスの構築について

16

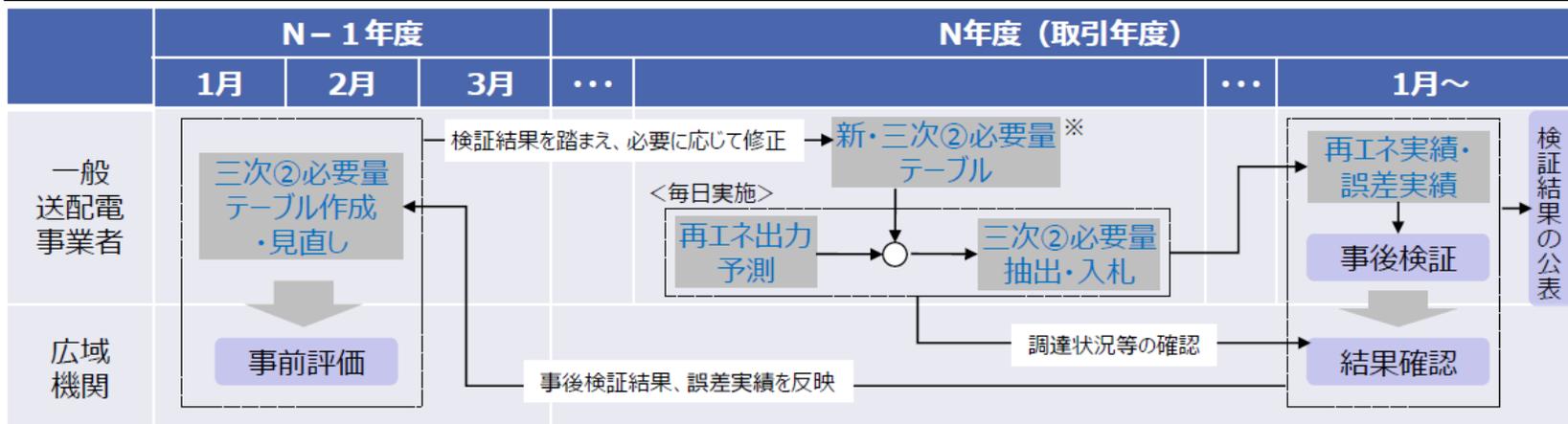
- 再エネ予測誤差に対する調整力の費用負担については、一般送配電事業者による再エネ予測誤差の削減が効果的に行われているかについて、広域機関が適正に監視・確認する仕組みとしたうえで、なお生じざるを得ない相応の予測誤差とこれに対応するための調整力である三次②の確保にかかる費用が残る場合には、FIT交付金を活用して負担することについて国の審議会で検討が進められている。
- こうした点を踏まえて、再エネ予測誤差に対応するための三次②必要量に関して、広域機関にて以下の検証プロセスを導入することとしてはどうか。なお、2021年度の事前評価については、次回の本小委員会で実施することとしてはどうか。

(事前評価)

- ✓ 広域機関は、一般送配電事業者が作成した三次②必要量テーブルの妥当性を評価

(事後評価)

- ✓ 一般送配電事業者が調達量の妥当性について事後検証を実施し、広域機関が検証結果を確認
- ✓ 一般送配電事業者は事後検証結果をHP等で公表



※年度内変更なし（ただし、事前評価時以降の誤差等実績および最新の再エネ設備量情報の反映を除く）

1. 複数の気象モデルの活用について
2. アンサンブル予測の活用について
3. 今後の取り組みについて

- 一般送配電事業者における三次調整力②必要量低減に向けた取り組みについて、今回は複数モデルの適用とアンサンブル予報の活用について報告した。
- また、気象予測精度向上に係る技術開発については、NEDO事業において、2024年度までの4年間の計画の中で引き続き検討が進められているところ。
最終的な技術開発結果が得られるまでの間においても、技術開発に関する知見・データから三次②必要量の低減効果に係る示唆が得られれば、一般送配電事業者において新たな気象予測技術の実装を図っていくこととしてはどうか。
- これらの取り組みについては引き続き気象勉強会等を通じ、確認・連携を進めることでどうか。
また、本委員会でも再エネ予測誤差低減に向けた検討を引き続き進めていくこととしたい。

