

# 東日本大震災時の東北地域に対する 石油製品輸送実態の把握

---

第45回土木計画学研究発表会

東北大学 山口 裕通○

赤松 隆

長江 剛志

円山 琢也

金 進英

# はじめに

## 東日本大震災時に石油製品不足が発生

- 多くのGS(ガソリンスタンド)が売り切れ状態に
- 営業中のGSにも長蛇の列



## ⇒交通に大きな影響

### • 東北太平洋側沿岸部

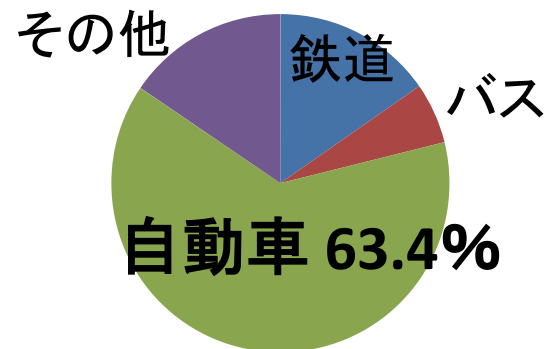
- 復旧救援活動の障害

### • 東北内陸部

- 通勤交通が困難に(医療等, 様々な社会・経済活動に波及)
- 物流機能低下(サプライチェーン問題の一因)

⇒多大な経済的損失

## 仙台都市圏の利用交通手段 (2002年, 通勤目的)



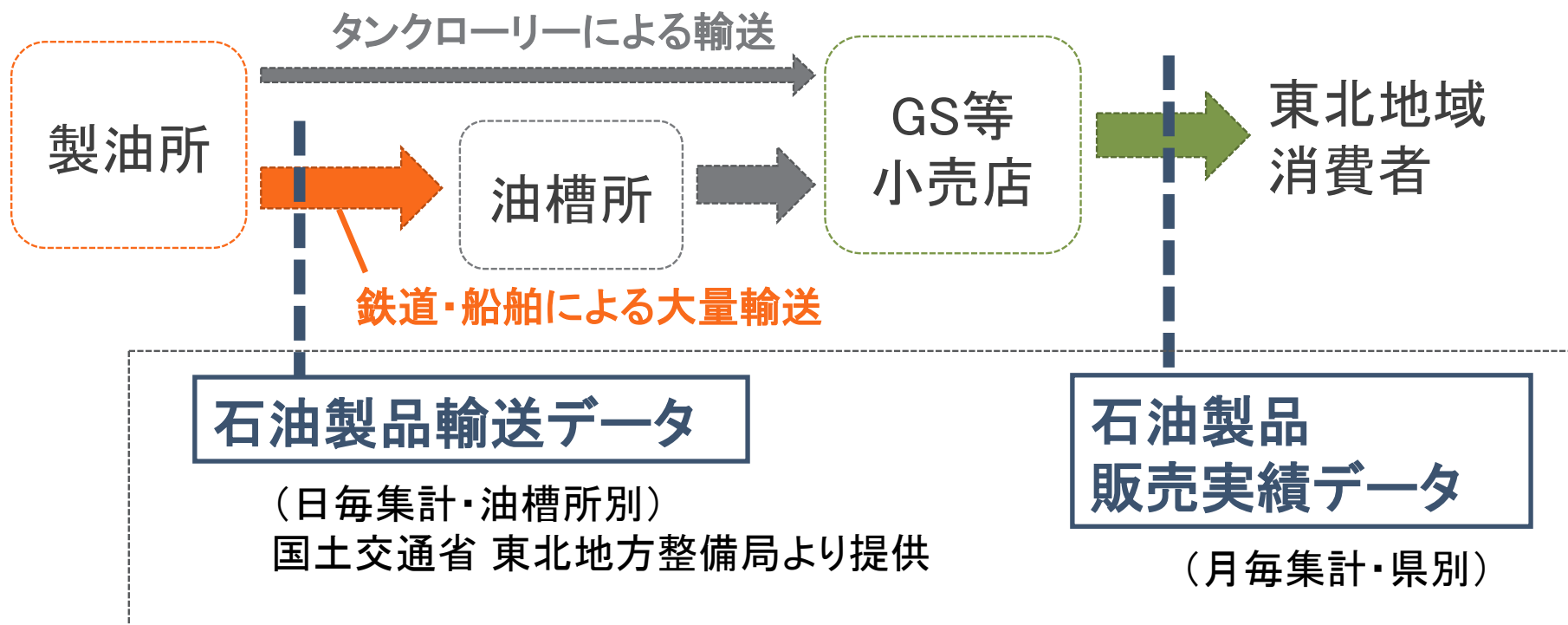
# 目的

- 今回の知見を踏まえた、対策の検討が必要
  - 政府・業界による発表は、断片的な情報のみ
  - 石油製品不足の原因は、社会的に公開・共有されていない
    - 「消費者の買い溜め行動？」「製品備蓄の不足？」
- 調査目的:「震災時 石油製品不足の定量的把握」
  - なぜ不足が発生したか？
  - なぜ不足が長引いたか？

- 東北地域における **発災直後の圧倒的な供給不足**
- 空間的な不足の **偏り**

⇒ **石油製品ロジスティクス**の問題

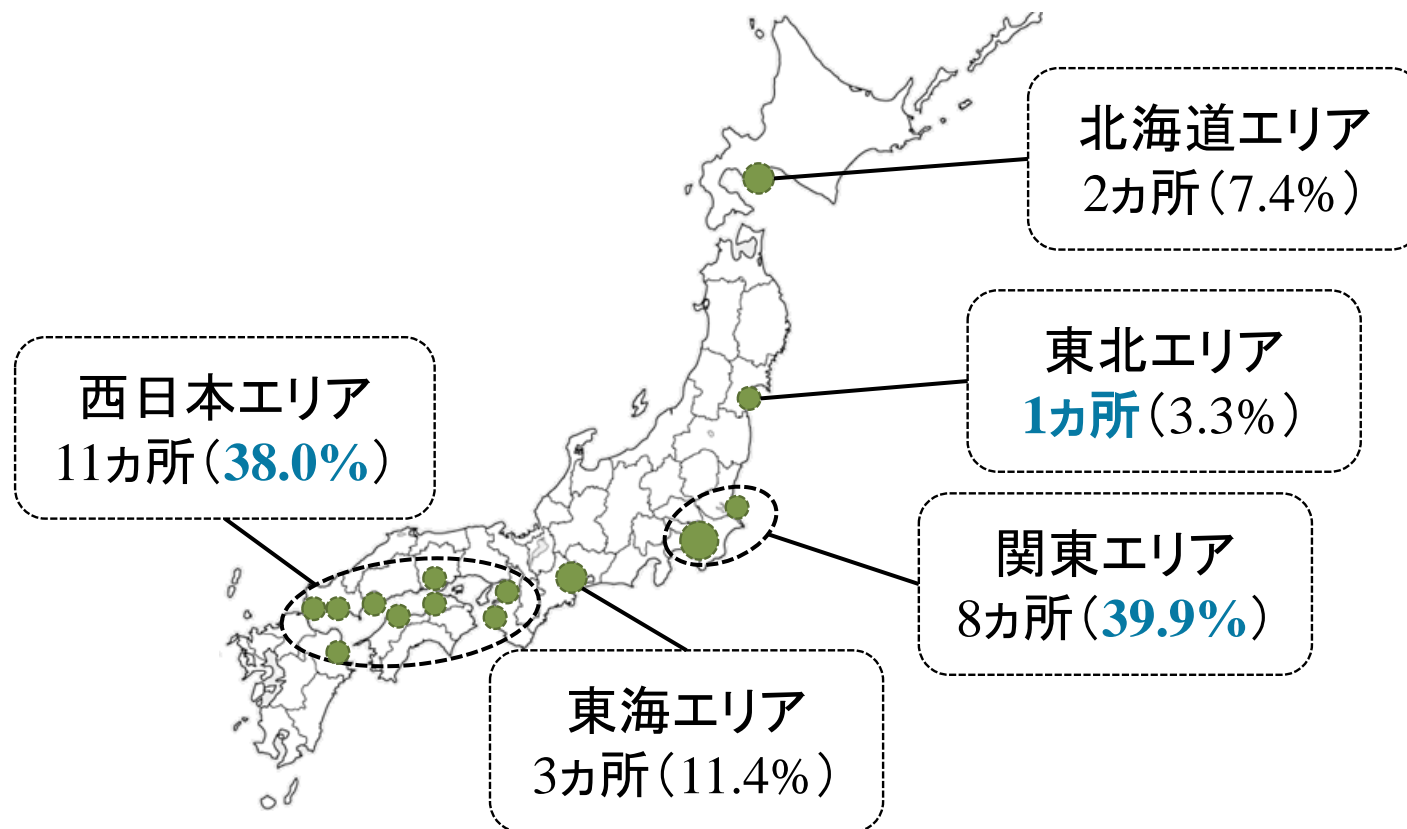
# 石油製品の供給フローと利用可能データ



## • 分析対象

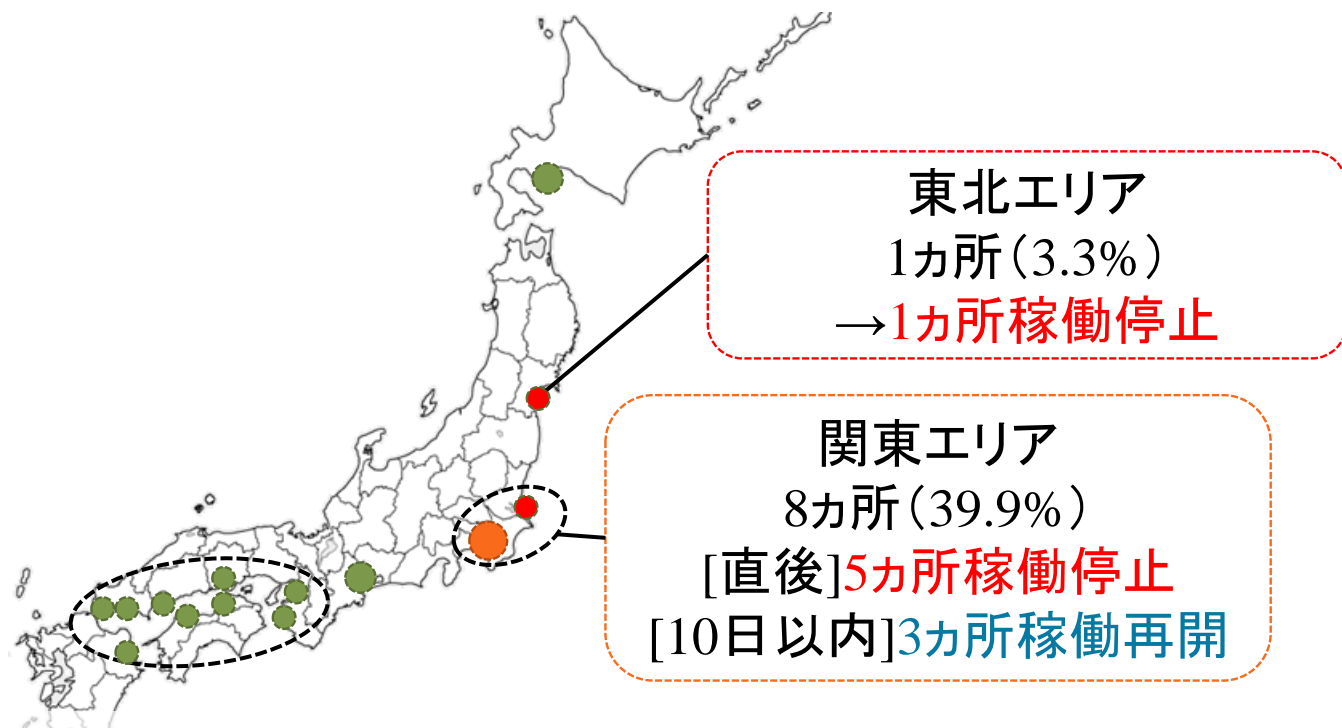
- 油種：揮発油，軽油，灯油の3油種合計量
- 地域：福島県を除く，東北5県

# 日本の製油所とその処理能力(国内能力比)



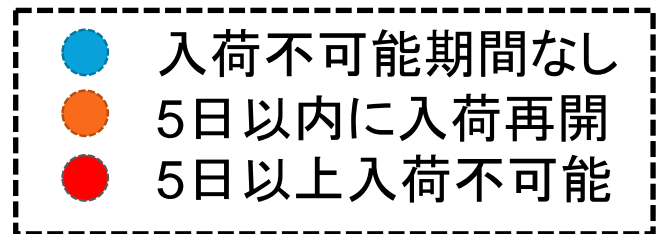
- 関東エリアと西日本エリアに集中
- 東北エリアの製油所は仙台製油所1カ所のみ

# 製油所の被災状況



- 東北エリアは長期間原油精製能力を失う
- **日本全体では十分な量が存在した**
  - 10日後には関東エリアの処理能力が回復
  - もともと、日本の製油所は過剰な能力を保有していた

# 東北の主要油槽所とその被災状況



※日数は入荷不可能期間

*Phase 1* [3日間]: 全油槽所で入荷不可能 (備蓄, 新潟等)

*Phase 2* [6日間]: 日本海側のみ入荷可能 (横断輸送)

*Phase 3* [10日後以降]: 順次, 太平洋側も復旧

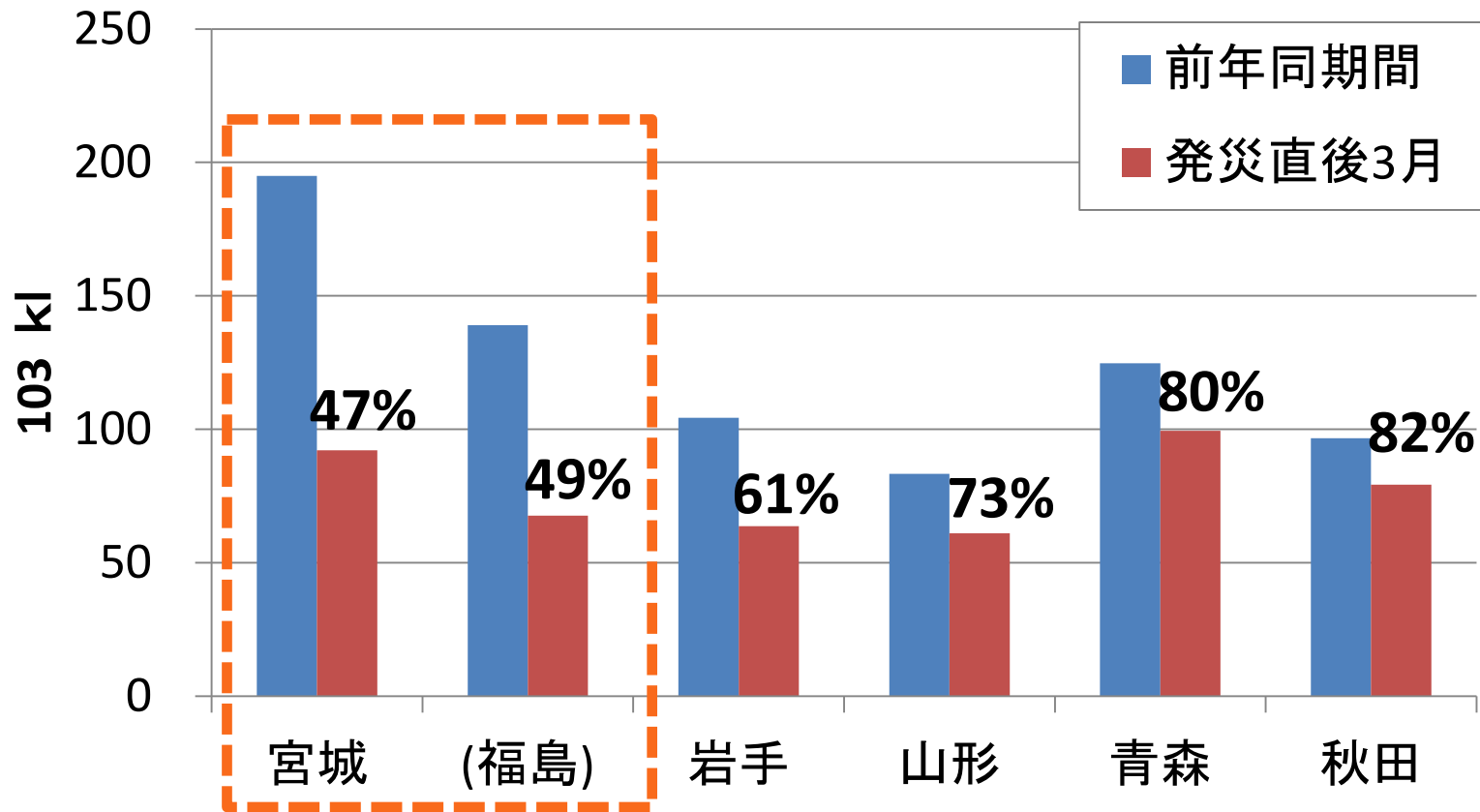
---

# なぜ、石油製品不足に陥ったか？ ～石油製品の販売実績と輸送データ～





# 東北地域の石油製品販売実績(3/11~3/31分)



- 全県で販売量が大きく減少(東北6県で前年の62%)
- 特に、宮城県・福島県では**前年の半分以下**

# 震災時 製油所から東北地域への輸送量

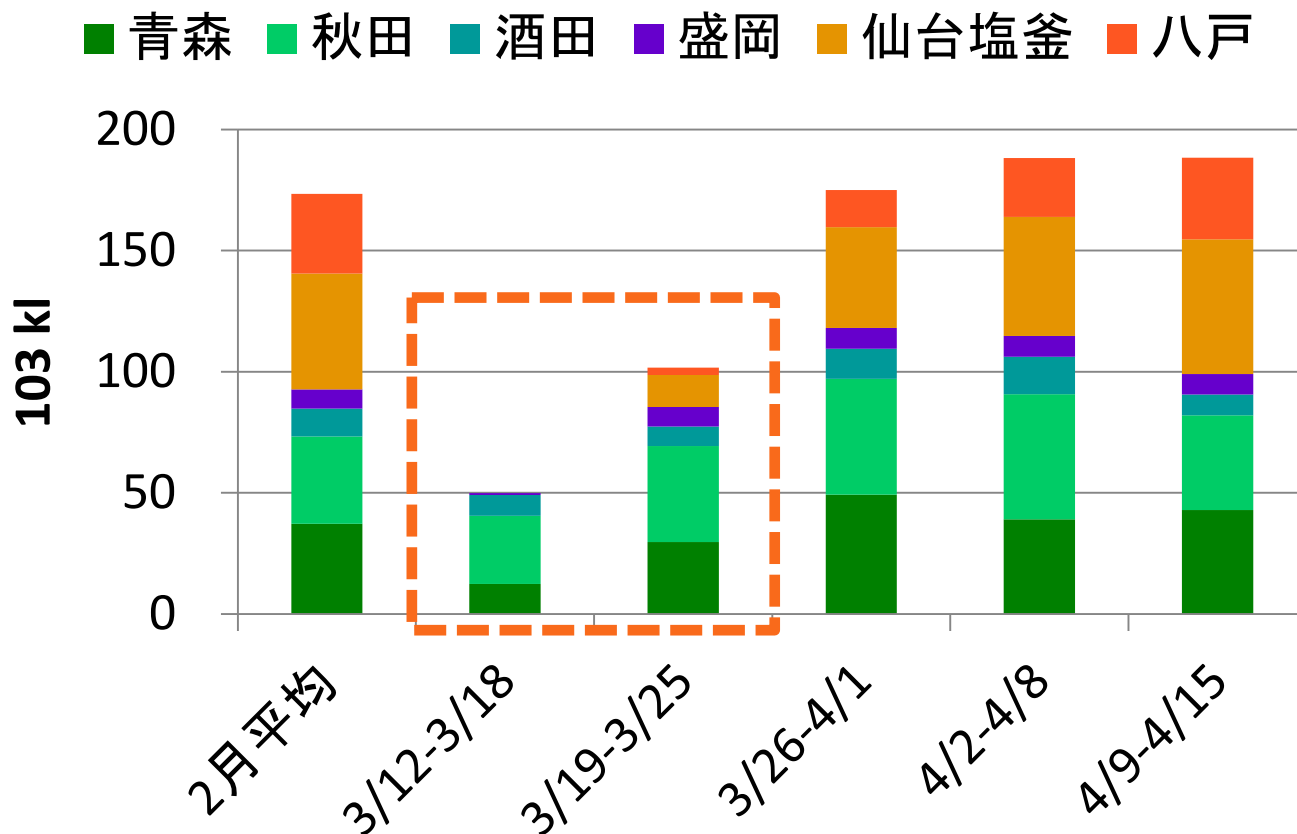
- 石油製品輸送データによる，発災前後20日の輸送量を集計
- 東北地域への輸送量は**発災前の約65%**しかない

	北海道	関東	東海	西日本 8港湾	その他	計
発災前 (10 <sup>3</sup> kl)	147	221	14	22	31	435
発災後 (10 <sup>3</sup> kl)	163	66	10	39	2	279
増加量 (10 <sup>3</sup> kl)	16	-156	-4	17	-29	-156

関東エリアからの輸送量が激減

国の発表に反し，西日本からの転送はごく僅か  
発表：西日本から2万kl/日を転送（経産省2011.3.17）

# 震災時 東北地域油槽所への週毎輸送量



- 発災後2週間は、輸送量が少ない(前年の**1/3程度**)
- 太平洋側が復旧するまで十分な輸送がされていない

# なぜ石油製品不足に陥ったか？

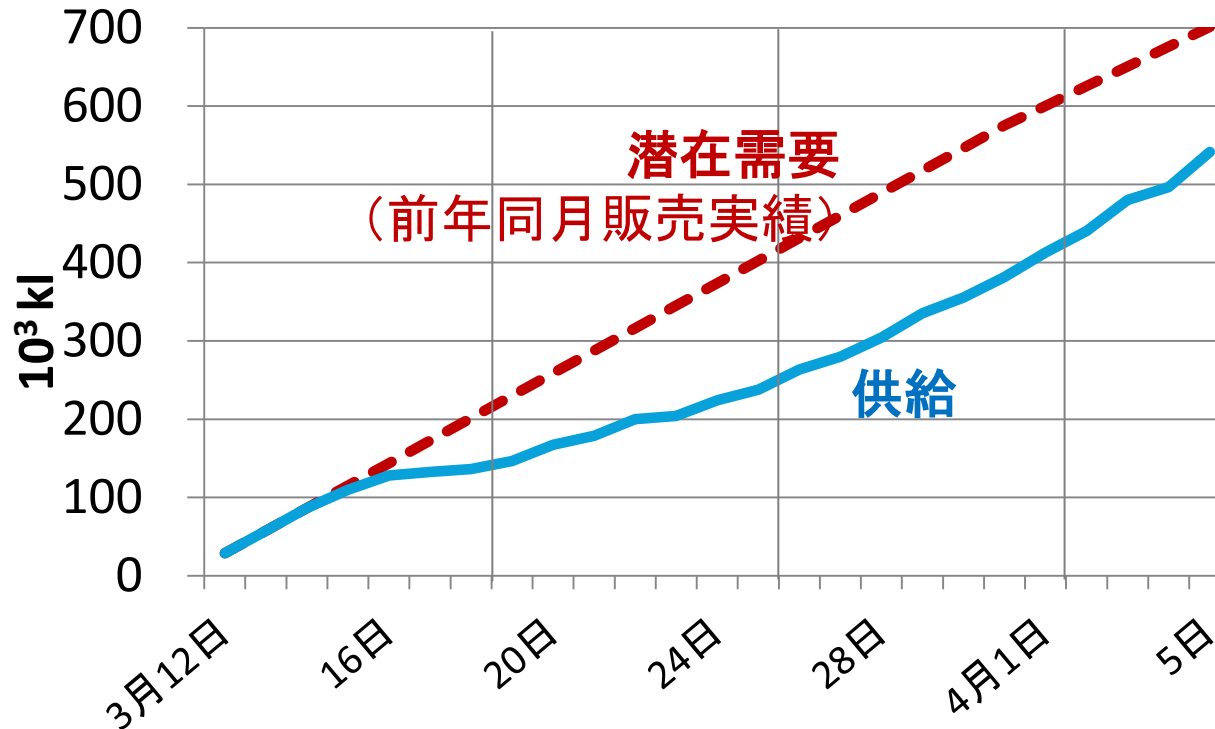
- 東北地域で**販売量が激減**
  - 特に宮城, 福島では前年の半分以下
- 原因は**圧倒的な供給量不足**
  - 仙台製油所被災により, 他地域からの輸送が必要
  - 発災後, 2週間は十分な輸送がされていない
  - *Phase2(3/15~3/20)*の時点でも, 圧倒的に不足
    - 日本海側経由で太平洋側へ十分には供給されなかった
  - 東北地域では, 主に北海道からの供給に頼っていた

# なぜ、石油製品不足は長引いたか？ ～東北地域全体での需給関係～



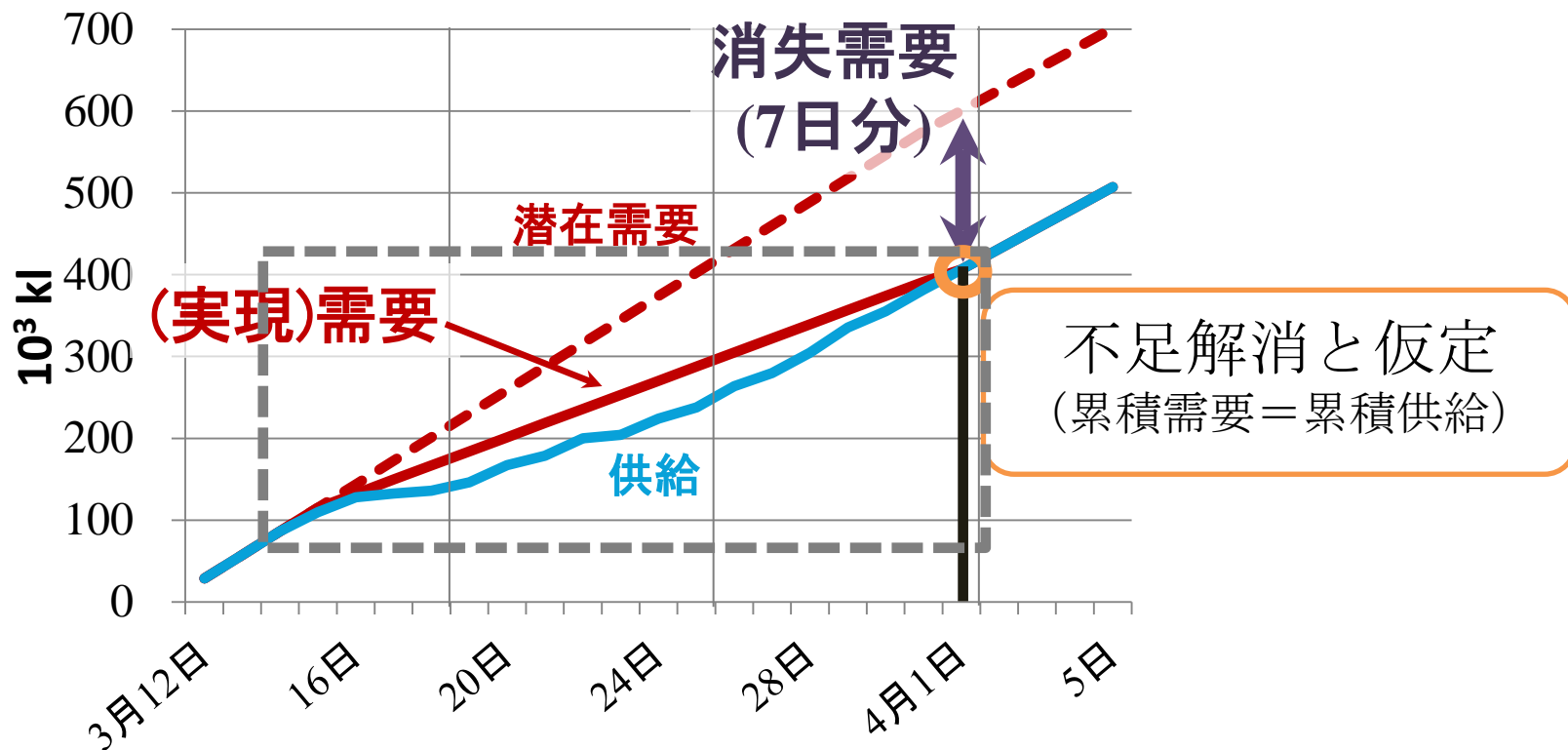
# 東北地域全体での潜在需要量と供給量

## 需要量と供給量の累積図



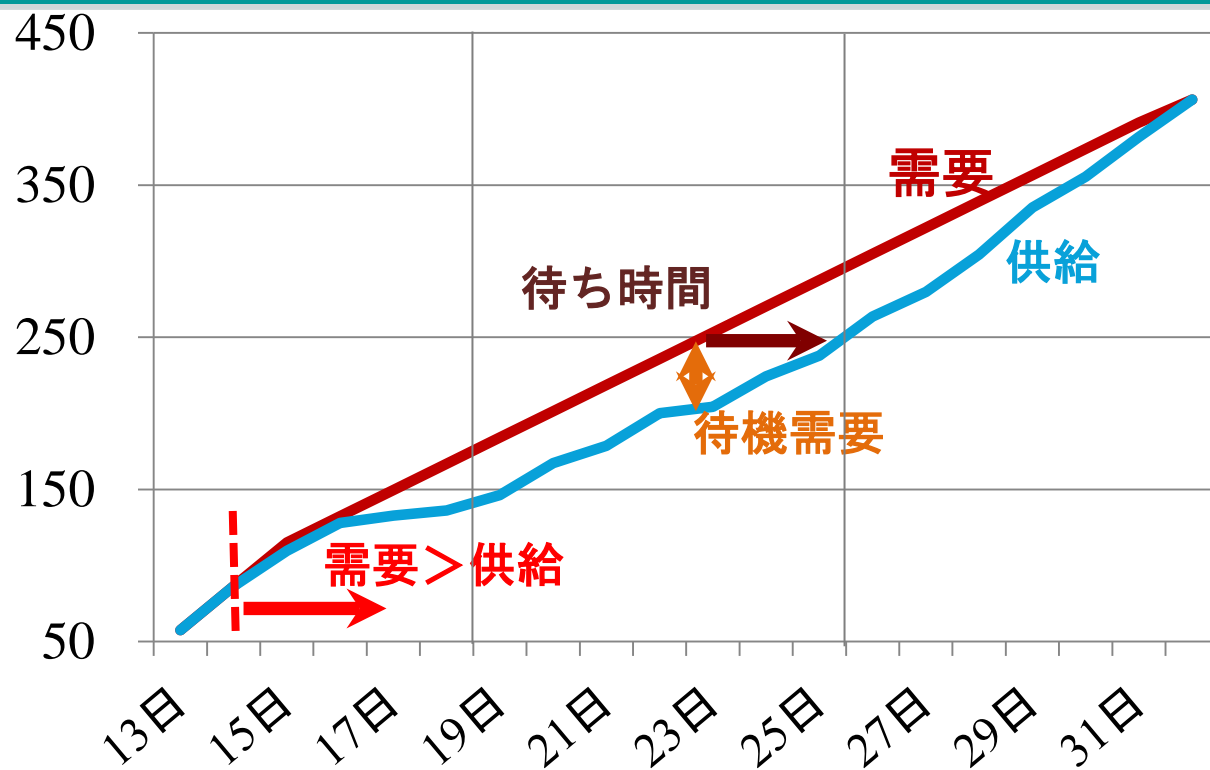
- 累積潜在需要に対して、累積供給は不足し続ける  
⇒ 消費者は、潜在需要の一部をあきらめた(消失需要)
  - 実際の累積需要は潜在需要より小さい

# 東北地域全体での消失需要量



- 4月1日に石油製品不足が解消すると仮定する
  - 東北地域では平常時換算で**7日分の潜在需要が消失**
  - ⇒東北地域全体で、約1週間分の経済損失か

# 東北地域の集計的需給ギャップ



- 石油製品購入の**”待ち行列”**が発生
  - 2週目・3週目で特に大きな“待ち行列”ができる。
  - この”待ち行列”の一部が、ガソリンスタンド前に顕在化
  - ガソリン不足が長期間続いた原因



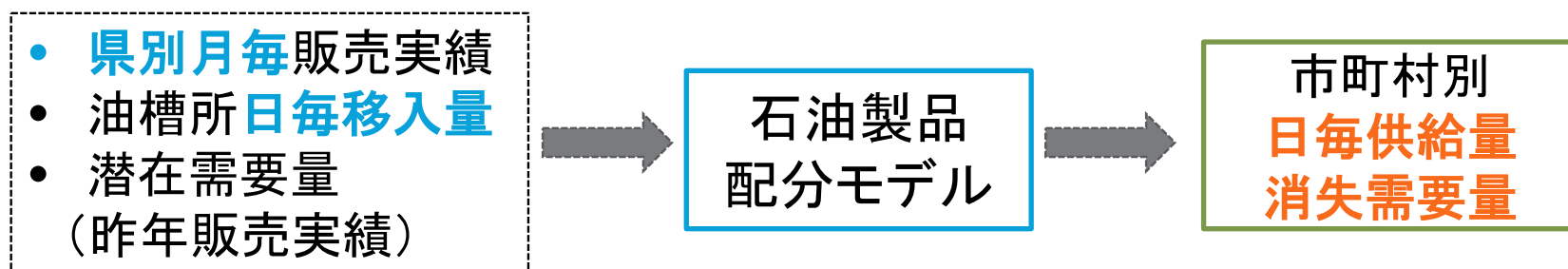
---

# 実際に、どれくらい長引いたか？ ～市町村別の需給ギャップ推計～



# 石油製品配分モデルとパラメータ推計

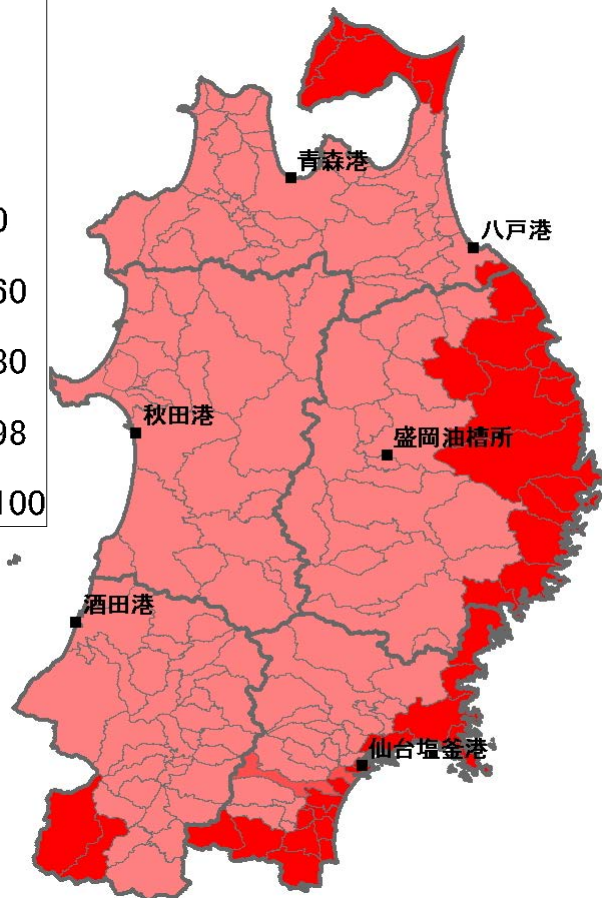
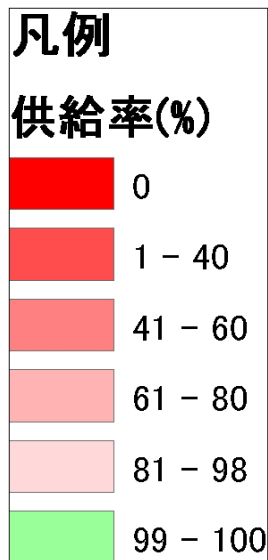
- 実際の不足解消時期は地区ごとに大きく異なる  
→より細かい地区ごとに見る必要
- 市町村ごとの需要量と供給量を推計



## – 石油製品配分モデル

- 総輸送コスト最小化・供給量最大化

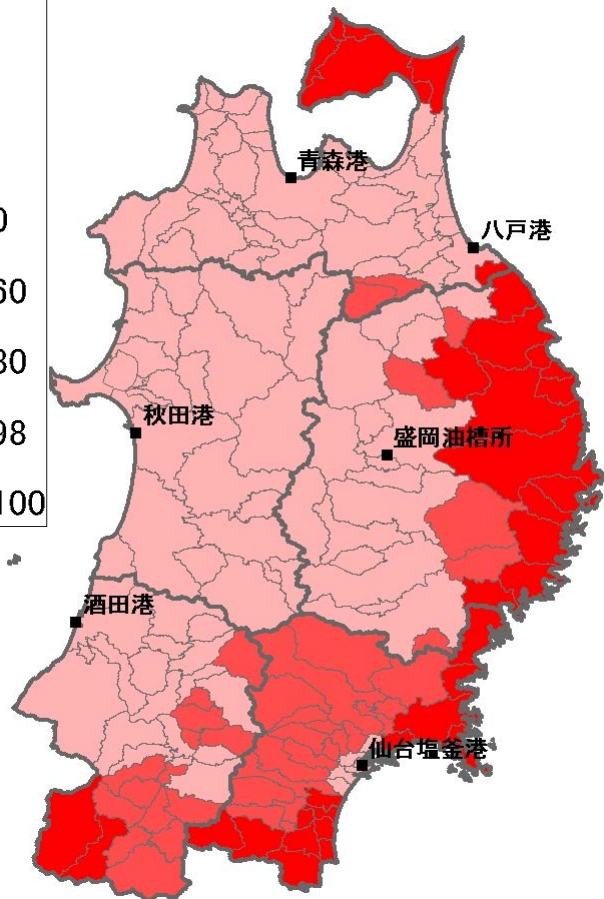
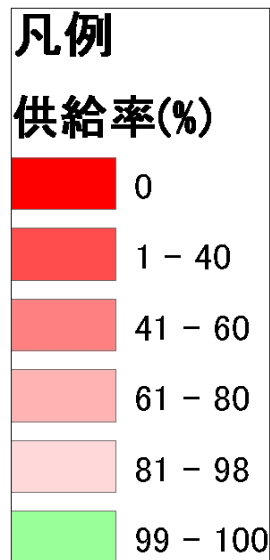
# 推定供給率 1週目(3/12~3/18)



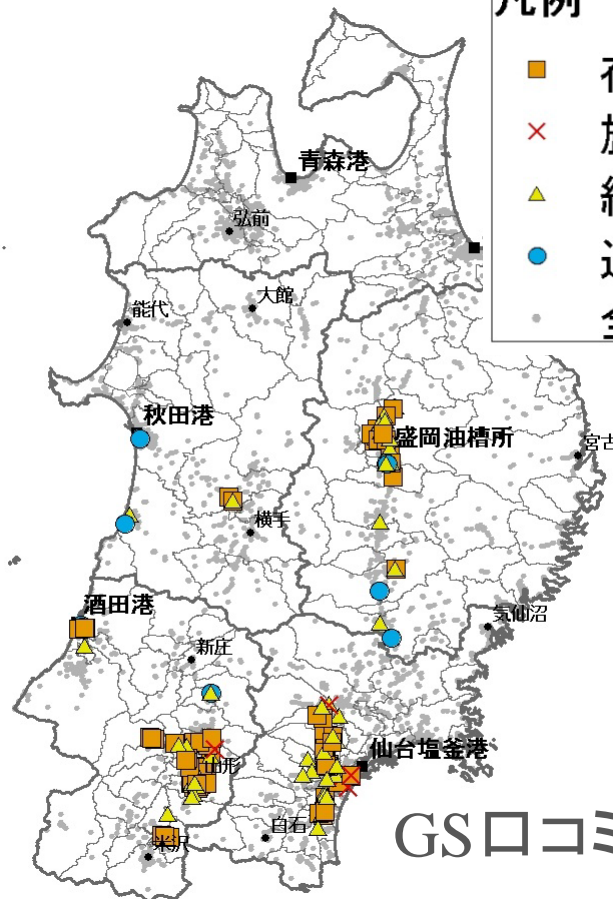
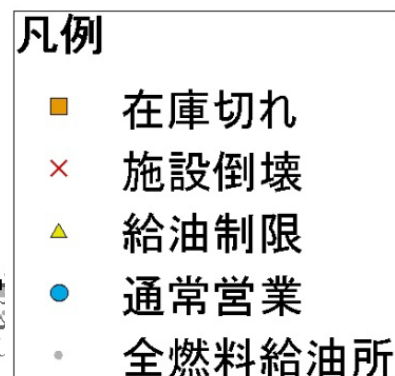
推定供給率(%)

- 推定供給率(%)  
累積供給量/累積需要量

# 推定供給率とGS口コミ情報 2週目(3/19~3/25)



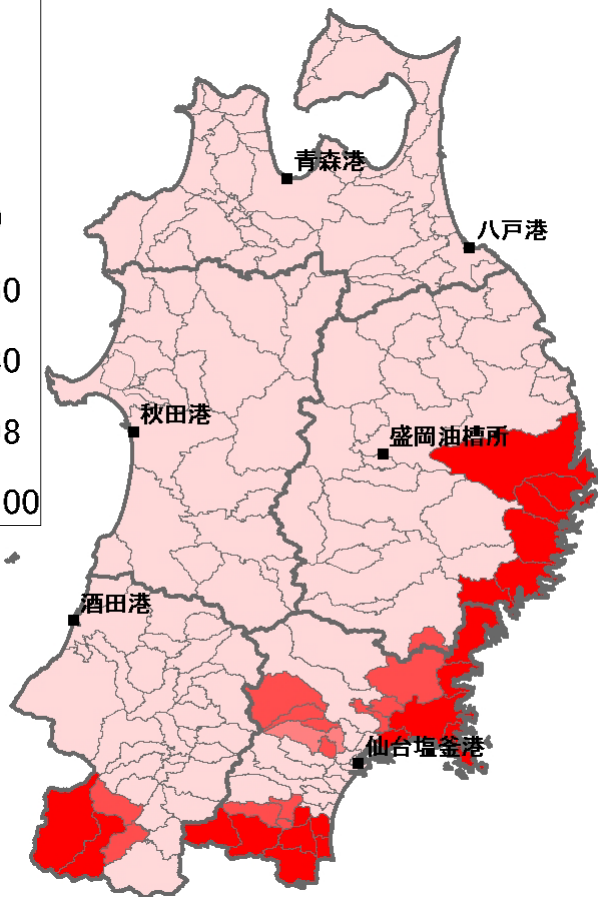
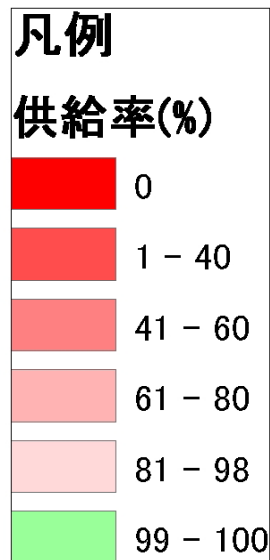
推定供給率(%)



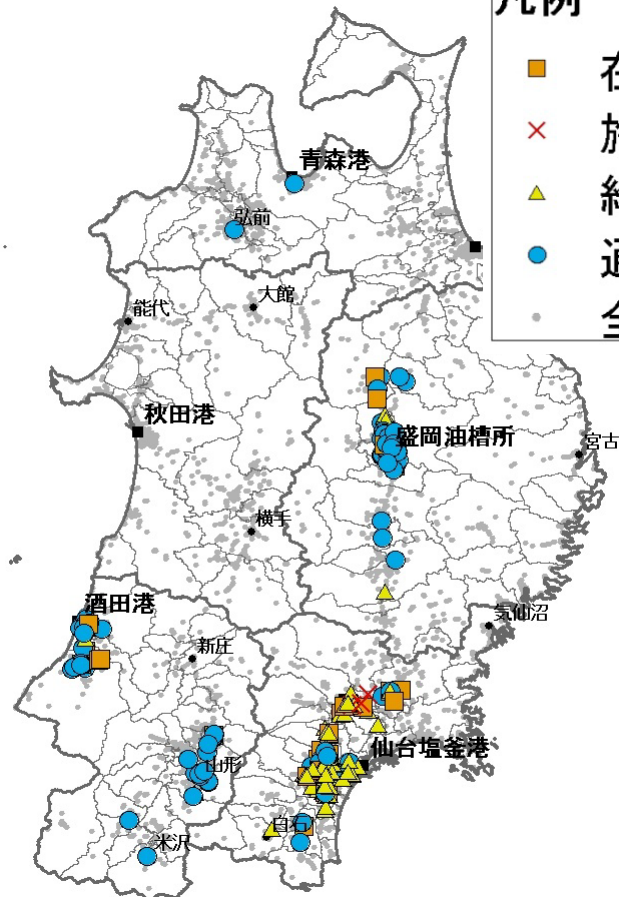
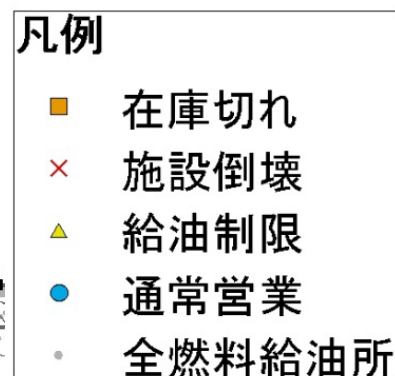
GS口コミ情報

ガソリン価格比較サイト(gogo.gs)に投稿された災害時ガソリンスタンド営業情報

# 推定供給率とGS口コミ情報 3週目(3/26~4/1)

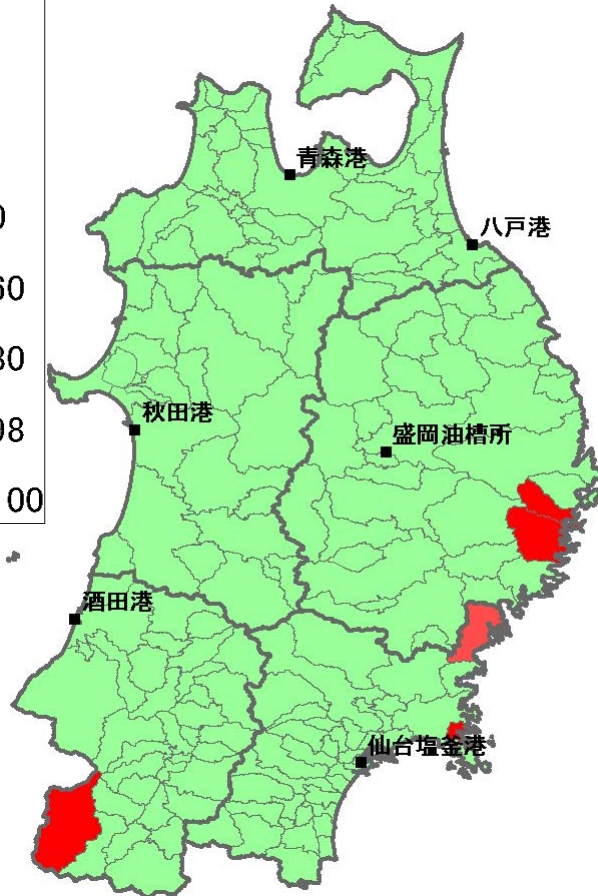
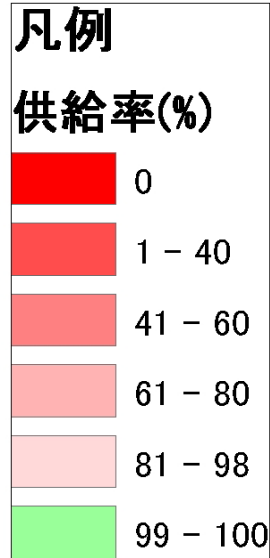


推定供給率(%)

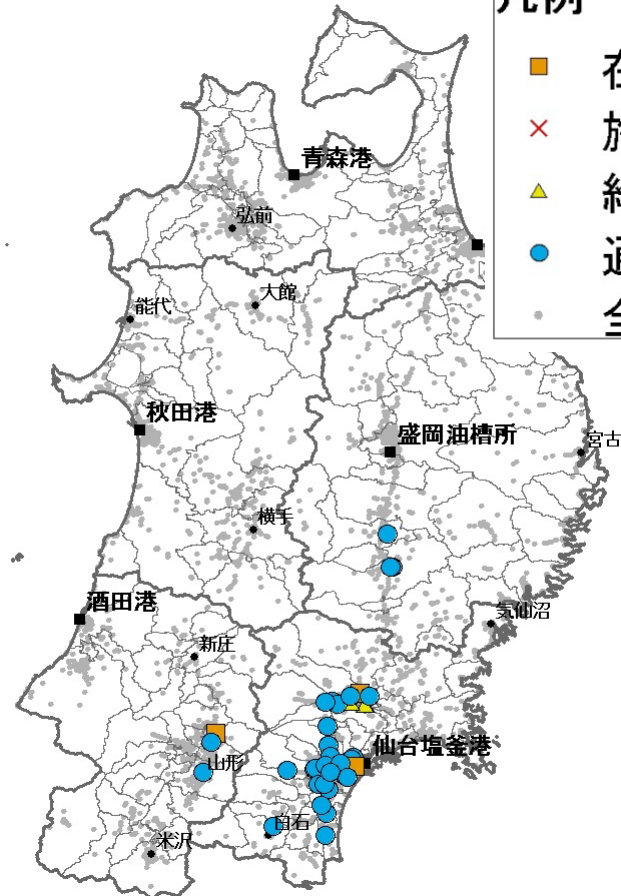
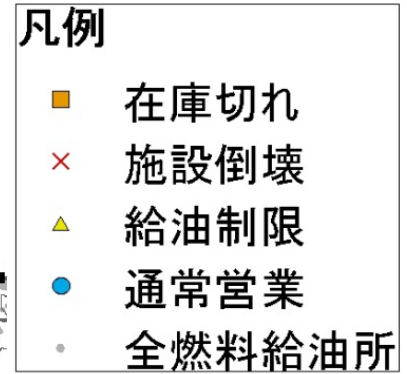


GS口コミ情報

# 推定供給率とGS口コミ情報 4週目(4/2~4/8)



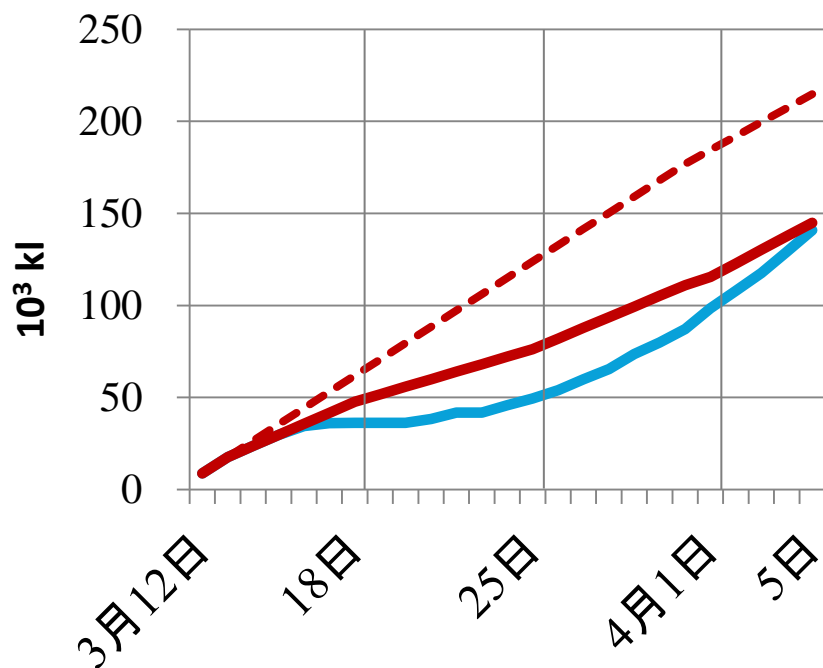
推定供給率(%)



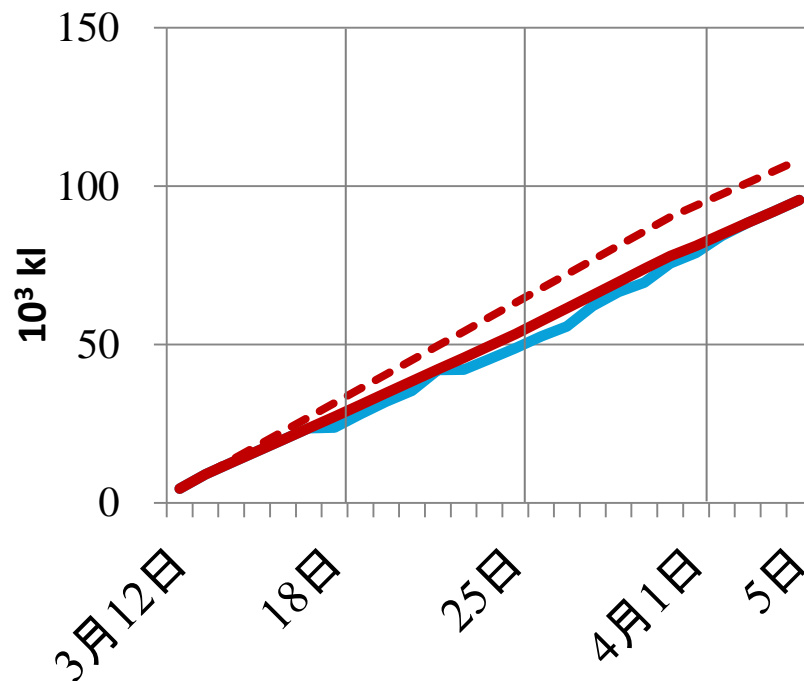
GS口コミ情報

# 県別推定需給ギャップ

## 宮城県



## 秋田県



- 宮城県と秋田県で大きな差
- 宮城県では**4週目まで**”待ち行列”が残る

# まとめ

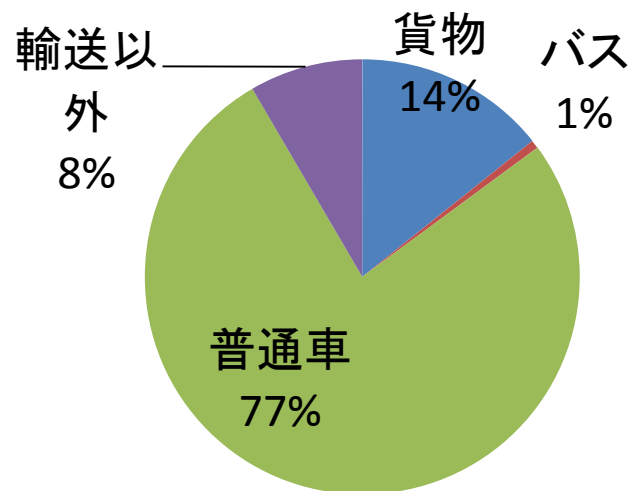
---

- 東北地域では圧倒的な供給量不足
  - 発災後2週間で、通常の**約1/3**しか輸送されていない
  - 待機需要が溜まり、不足が長期化
  - 東北全体で**7日分の需要が消失**
- 需給ギャップの大きさに空間的な偏り
  - ほとんど日本海側経由で太平洋側に輸送されていない
    - 施設規模, タンクローリー, コスト等の制約か?
  - 宮城県では**4週目まで”待ち行列”が残った**

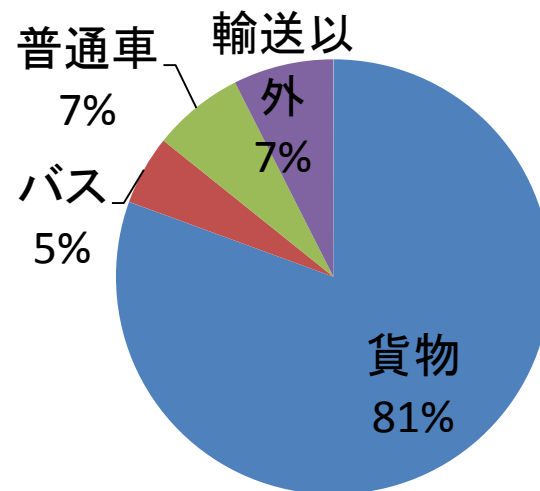


# 付録：各石油製品の用途（輸送関連）

## 揮発油（ガソリン）消費



## 軽油消費



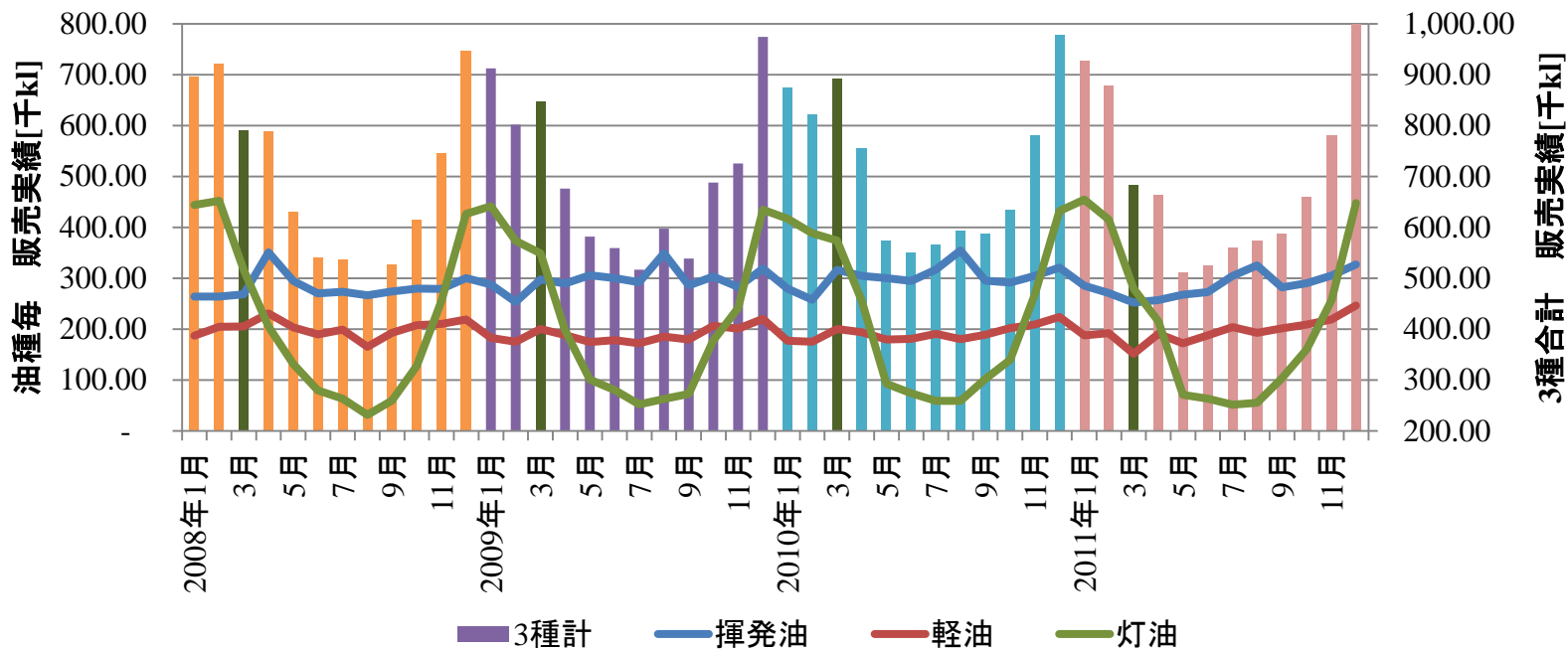
- 揮発油の消費は大半が普通乗用車
- 軽油の消費は大半が貨物用車

# 付録：発災前タンクローリー台数

	台数[台]	容量計[kl]	平均サイズ[kl/台]
青森県	156	2,868	18
岩手県	35	591	17
宮城県	294	5,303	18
秋田県	86	1,583	18
山形県	25	454	18
福島県	112	2,079	19
東北合計	708	12,878	18
全国合計	5,318	97,871	18

- 東北6県で700台程度
  - 宮城県に特に多く、岩手県・山形県に少ない
- 平均サイズは約20[kl/台]

# 付録：石油製品販売実績 東北地域の季節変動

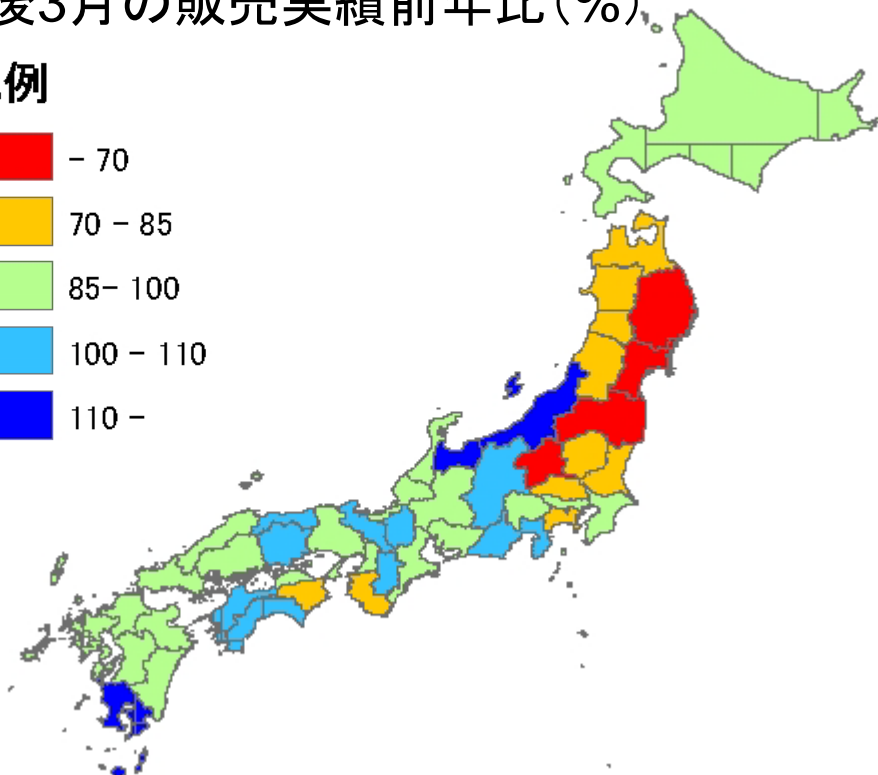
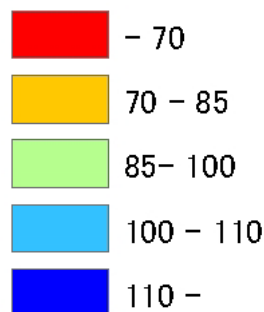


- 灯油の影響で季節変動が大きい
- 11月～3月は消費量の多い月
  - 2月と3月の消費量には大差がない
  - 4月になると消費量が落ち込む

# 付録：全国の販売実績から見る震災の影響

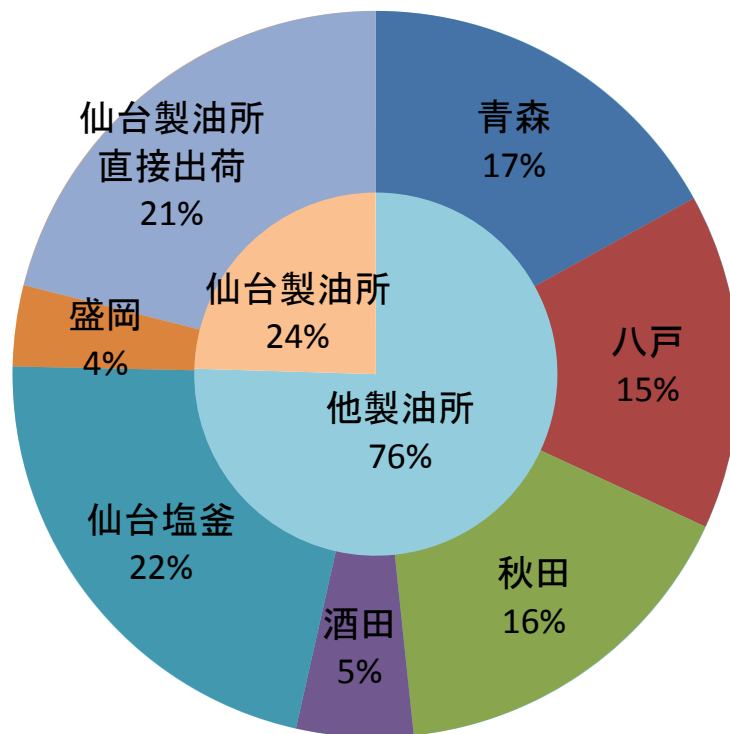
2011年発災後3月の販売実績前年比(%)

凡例



- 震災の影響が大きかった，東北・関東北部で低い
- 関東南部は比較的高い ⇒ 買い溜め行動の影響？
- 新潟県で前年比が大きいの⇒被災地支援の拠点？

# 付録：通常時 東北地域油槽所の移入量シェア



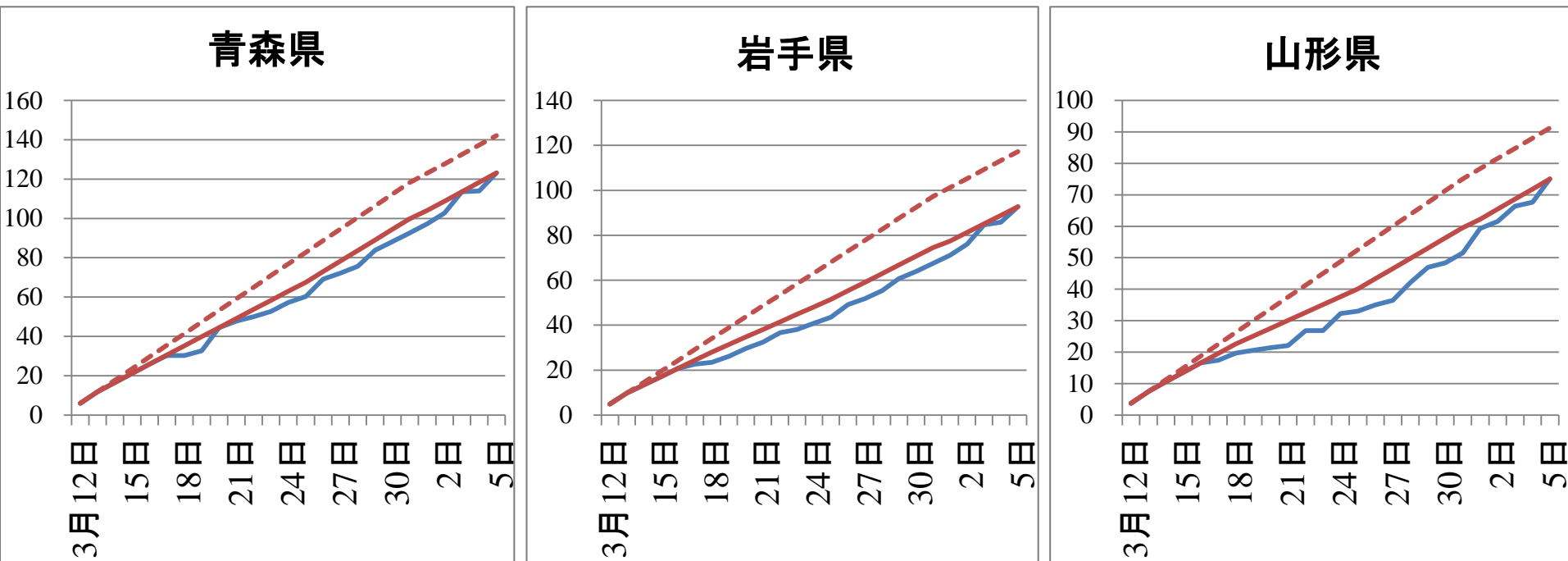
- 仙台エリアが全体の46%を占める
- 酒田港の規模は特に小さい

# 付録：県別需給ギャップ（対象5県）

---

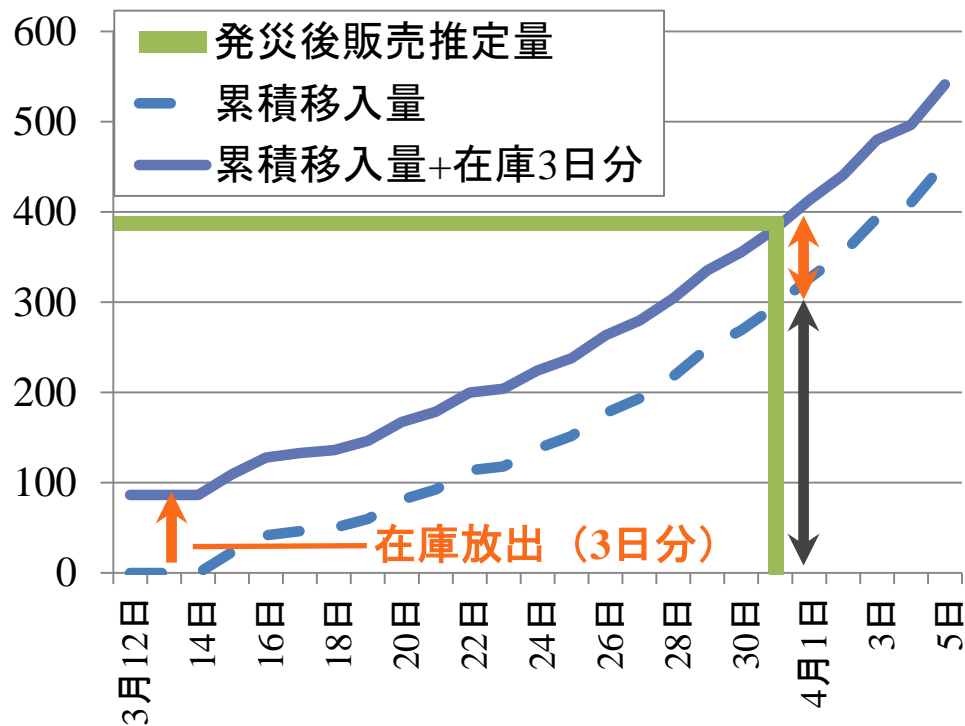
- 累積需要量
  - 累積潜在需要量と累積消失需要量の差
- 時点 $t$ から $t+1$ にかけての消失需要量 $s(t)$ 
  - $s(t) = (1 - h)\{Q(t) + q_j(t) - \sum_{i \in O} g_{ij}(t)\}\Delta t$

# 付録：県別需給ギャップ（対象5県）



- 青森県・岩手県では比較的需給ギャップは小さい
- 山形県では2, 3週目に”待ち時間”が大きくなる

# 付録：東北地域全体の在庫放出量



- 在庫放出量は以下の恒等式から導出できる  
対象期間の在庫放出量 = 対象期間の販売量 - 累積移入量
- 在庫放出量は、昨年同月販売量の3日分



# 付録：東北地域の石油製品貯油設備

	[A]貯油設備 容量(10 <sup>3</sup> kl)	[B]販売実績 2010年10月 (10 <sup>3</sup> kl)	貯油設備 日数換算 31 × [A]/[B] 日
揮発油	497	402	38
軽油	179	258	21
灯油	485	436	34

※福島県を含む

H22 石油製品設備調査(資源エネルギー庁)

- 十分な備蓄設備

⇔ 在庫放出推計量は3日分のみ

- 被災により、供給できなかった？
- あまり、在庫を貯めていなかった？