

KamLANDにおける超新星前兆ニュートリノの研究

東北大学ニュートリノ科学研究センター 4年 本田佳己

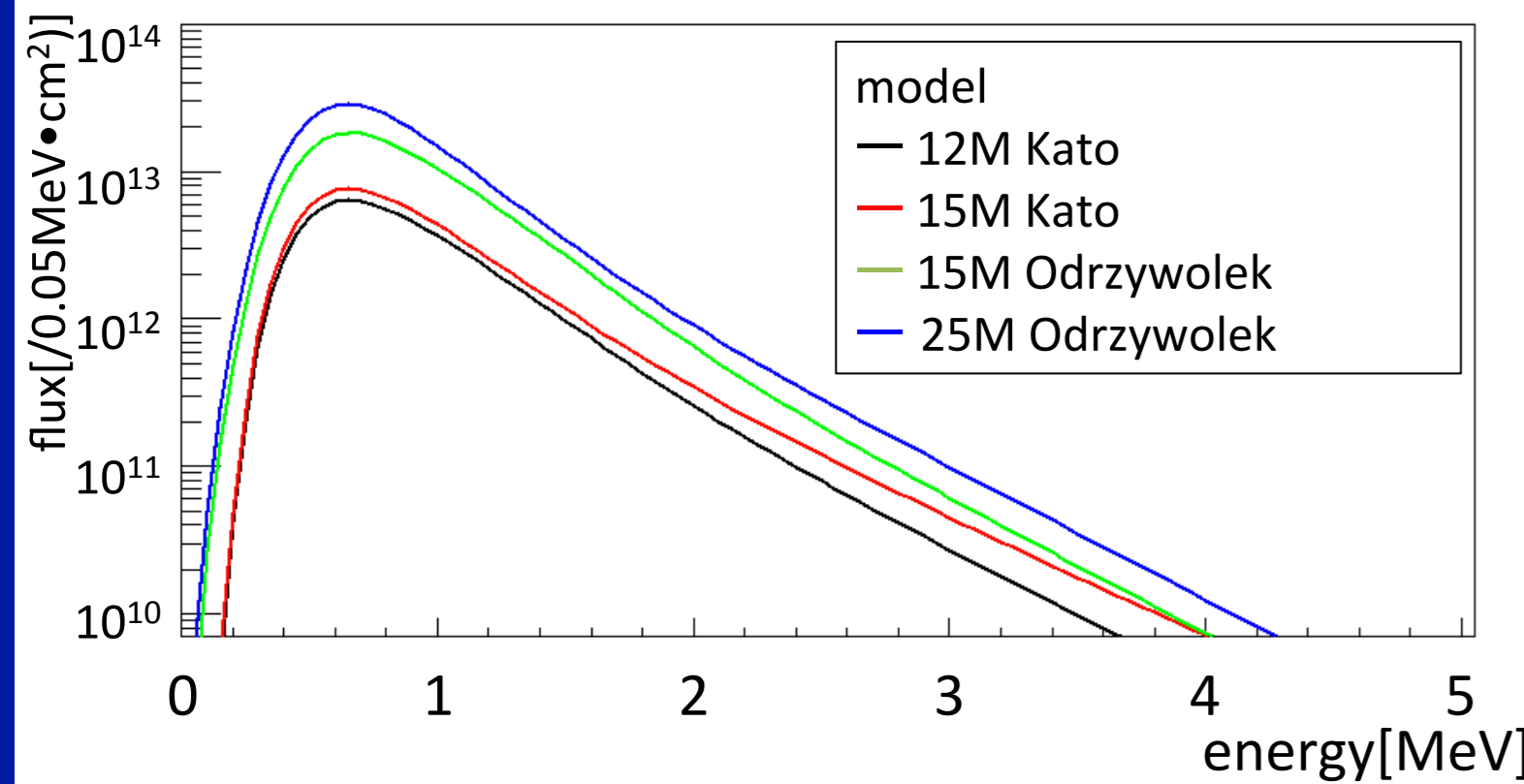
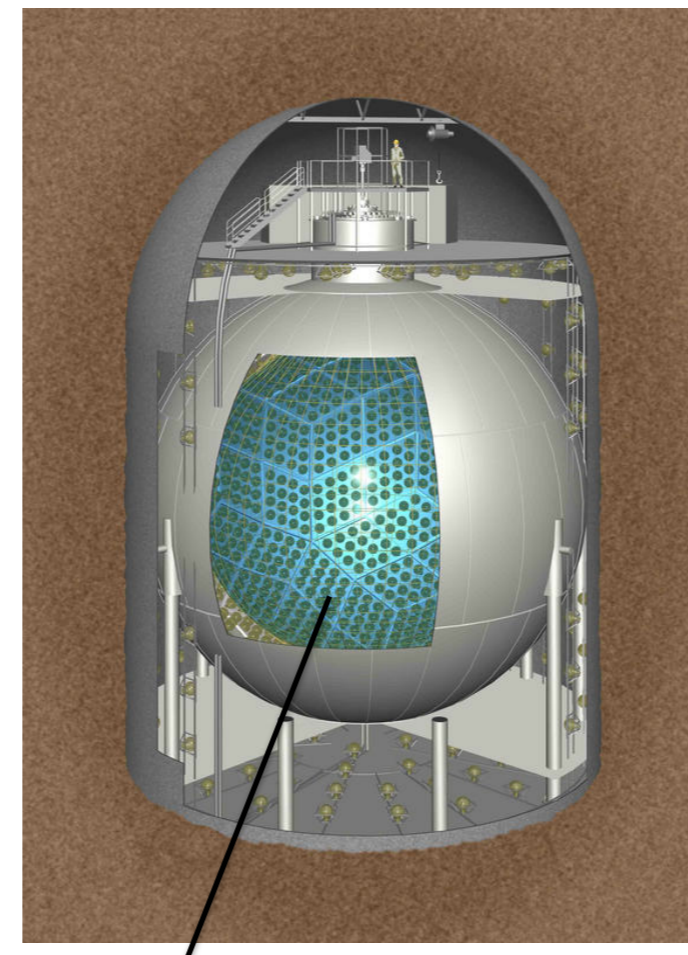


1. KamLANDとは

1ktonの液体シンチレータを用いた
巨大な反電子ニュートリノ検出器

利点

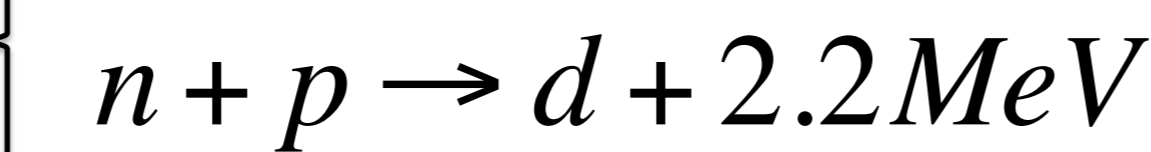
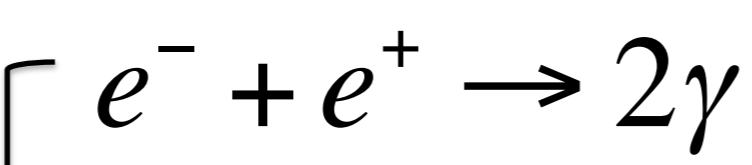
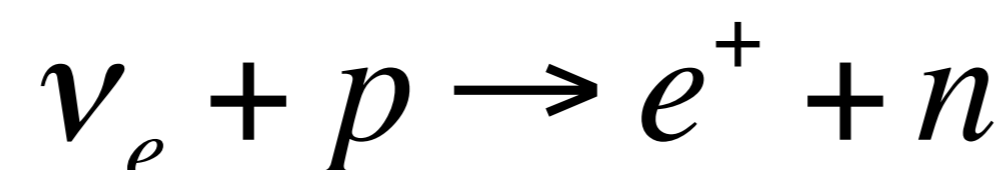
- 低バックグラウンド
→ 少ないイベント数で超新星の予測が可能
- 低エネルギーに高感度
→ 超新星前兆ニュートリノを観測しやすい



超新星前兆ニュートリノの積分フラックス

超新星前兆ニュートリノは
低エネルギーのものが多く

カムランド内部で起こる反応



逆β崩壊後の2反応を遅延同時計測
→ 低BGを実現

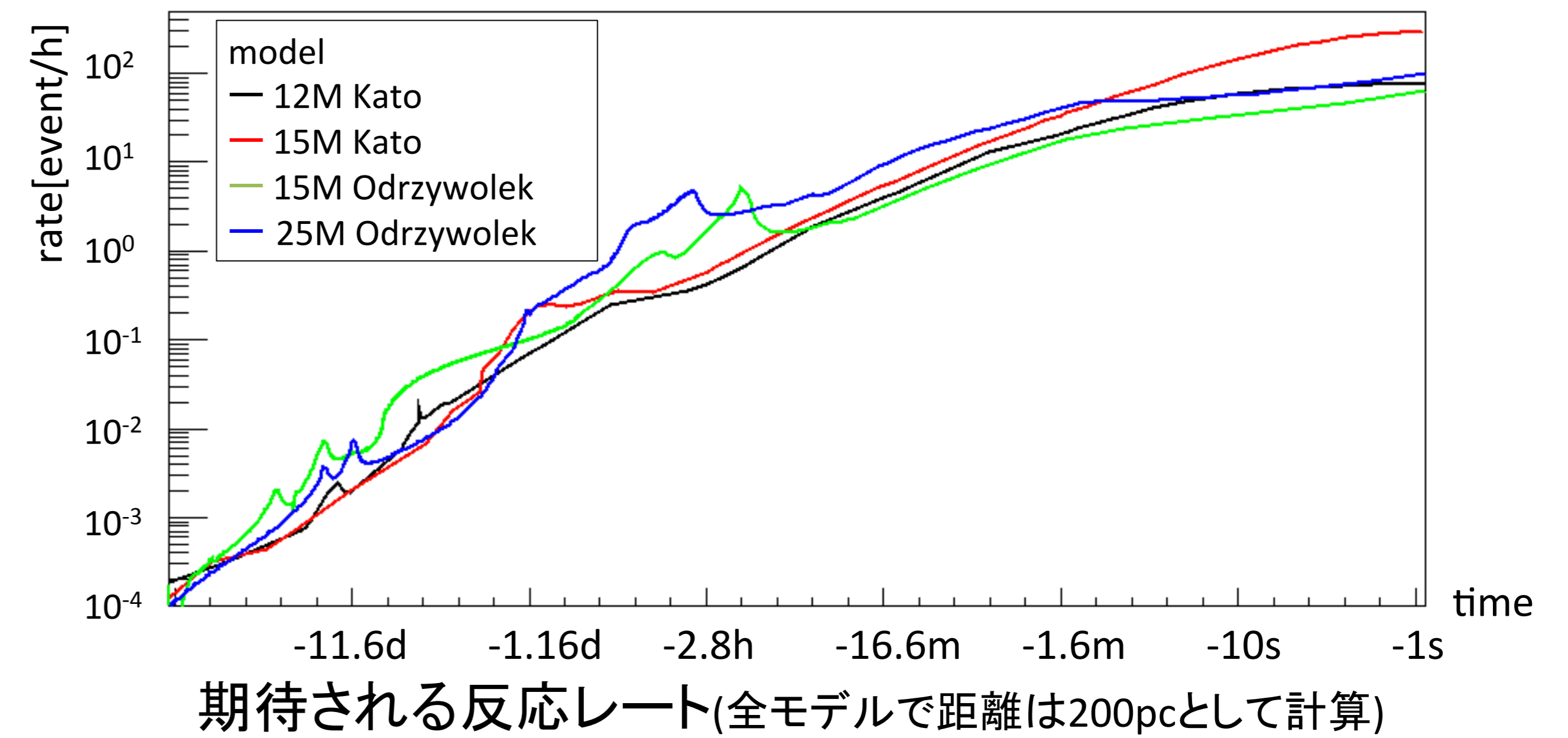
2. 目的

超新星爆発の予測

- モデルによって予測の早さに違いが出るか？

2つのモデルを比較

- Odrzywolekさんのモデル ACTA Physica Polonica B 41.1611(2010)
- 加藤ちなみさんのモデル APJ 808.168(2015)



- 現在の解析方法をより効率化できないか？

3. KamLANDにおける現在の超新星予測

15分ごとに過去3ヶ月分の反応数をカウント
→ バックグラウンドの導出
過去48時間の反応数で有意性を評価



48時間に代わる
時間幅(Δt)を求める

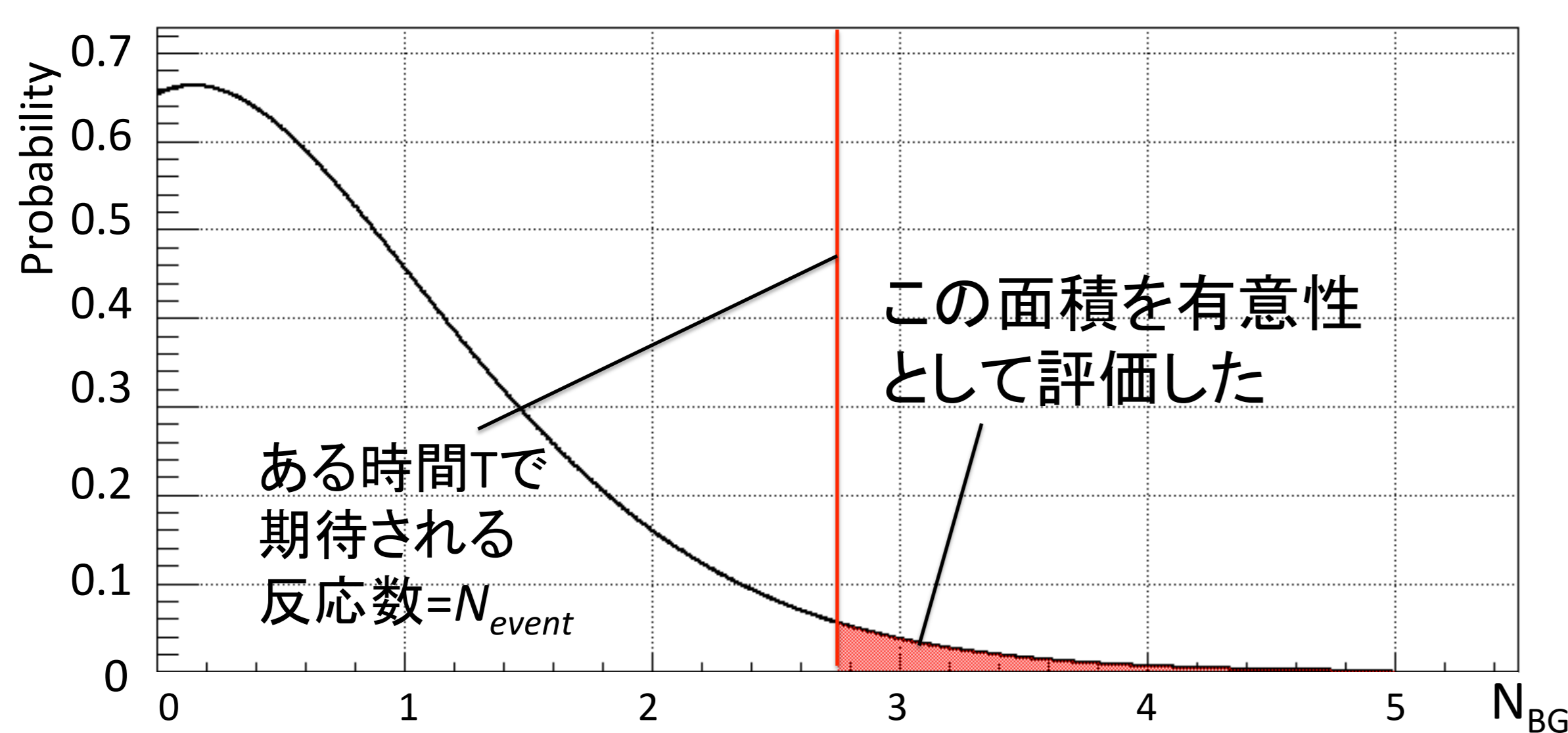
4. 解析方法

$\varphi_{event}(t)$ を時刻tでのイベントレート、
 φ_{BG} をバックグラウンドレートとすると
Δt間での反応数 N_{event} 、BG平均値 λ_{BG} は以下ようになる

$$N_{event}(T, \Delta t) = \text{int} \left[\int_{T-\Delta t}^T \varphi_{event}(t) dt \right]$$

$$\lambda_{BG}(\Delta t) = \varphi_{BG} \Delta t$$

N_{event} 、 λ_{BG} を用いて、
有意性がはじめて3σ以上になるT($T_{3\sigma}$)を求める



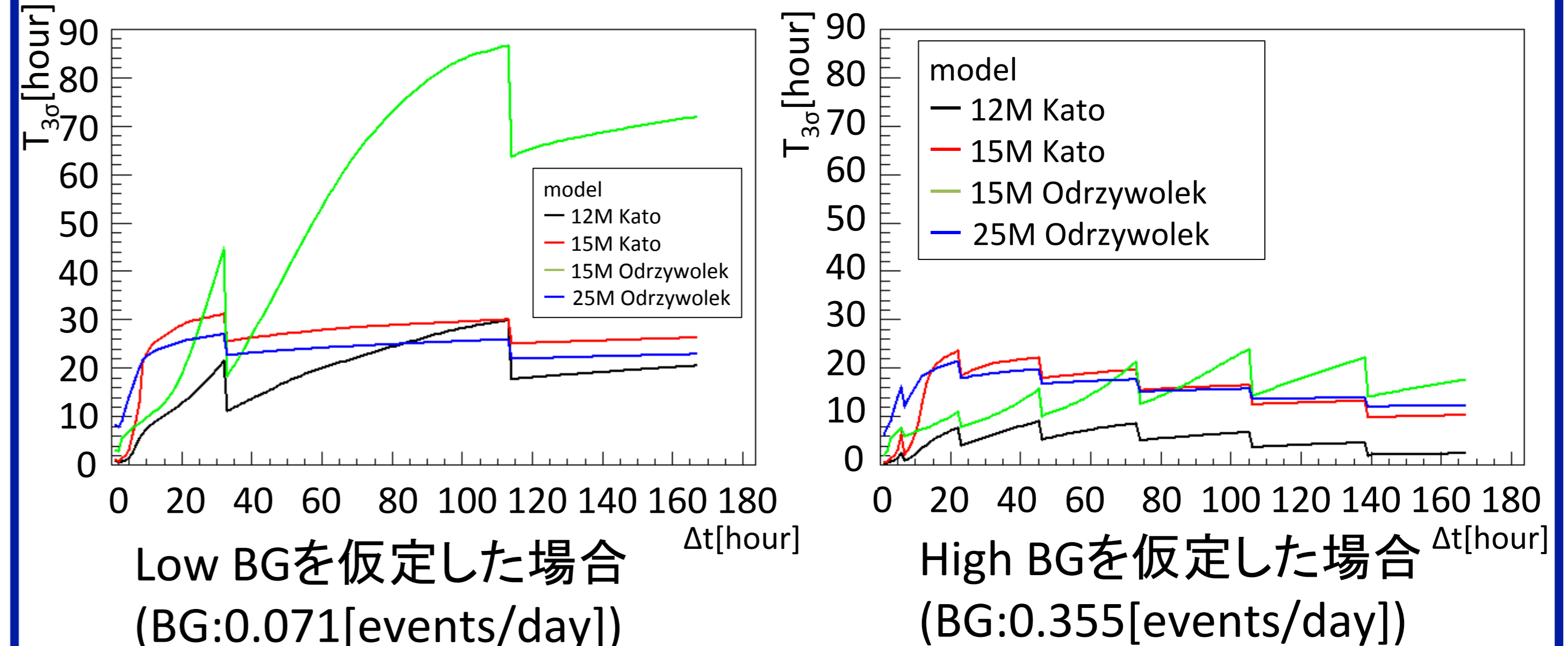
λ_{BG} から導かれるバックグラウンド反応数の確率分布

5. 解析結果

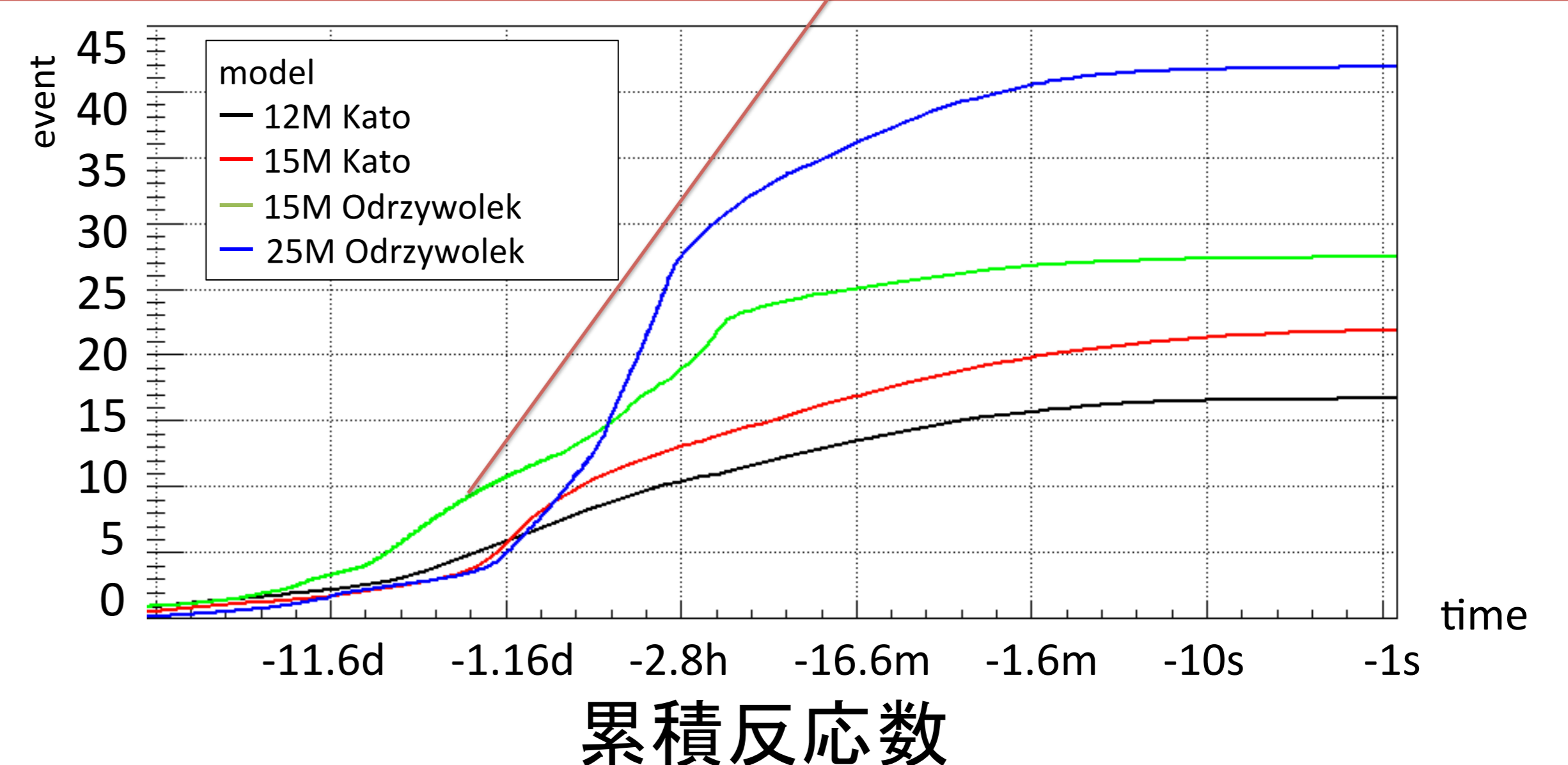
KamLANDのイベントは整数値、少数統計
→ $T_{3\sigma}$ に極大値が現れる

高感度なのは極大を取るときのΔt
→ いくつかの候補を選び出すことができる

どの候補が適切か？ → モデルに依存

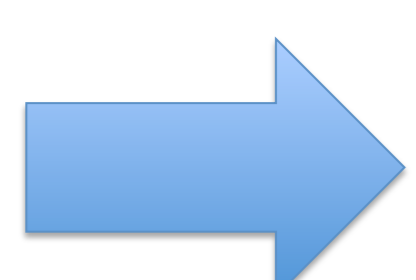


Odrzywolekさんの15Mモデルにおける
予測の早さは-5day付近のレートの高さが影響



6. 結論および今後に向けて

- バックグラウンドの値からΔtの候補値を導出できることがわかった
- 候補値の優劣はモデル依存性が高い



バックグラウンドに依存したΔtを使用するのが望ましい