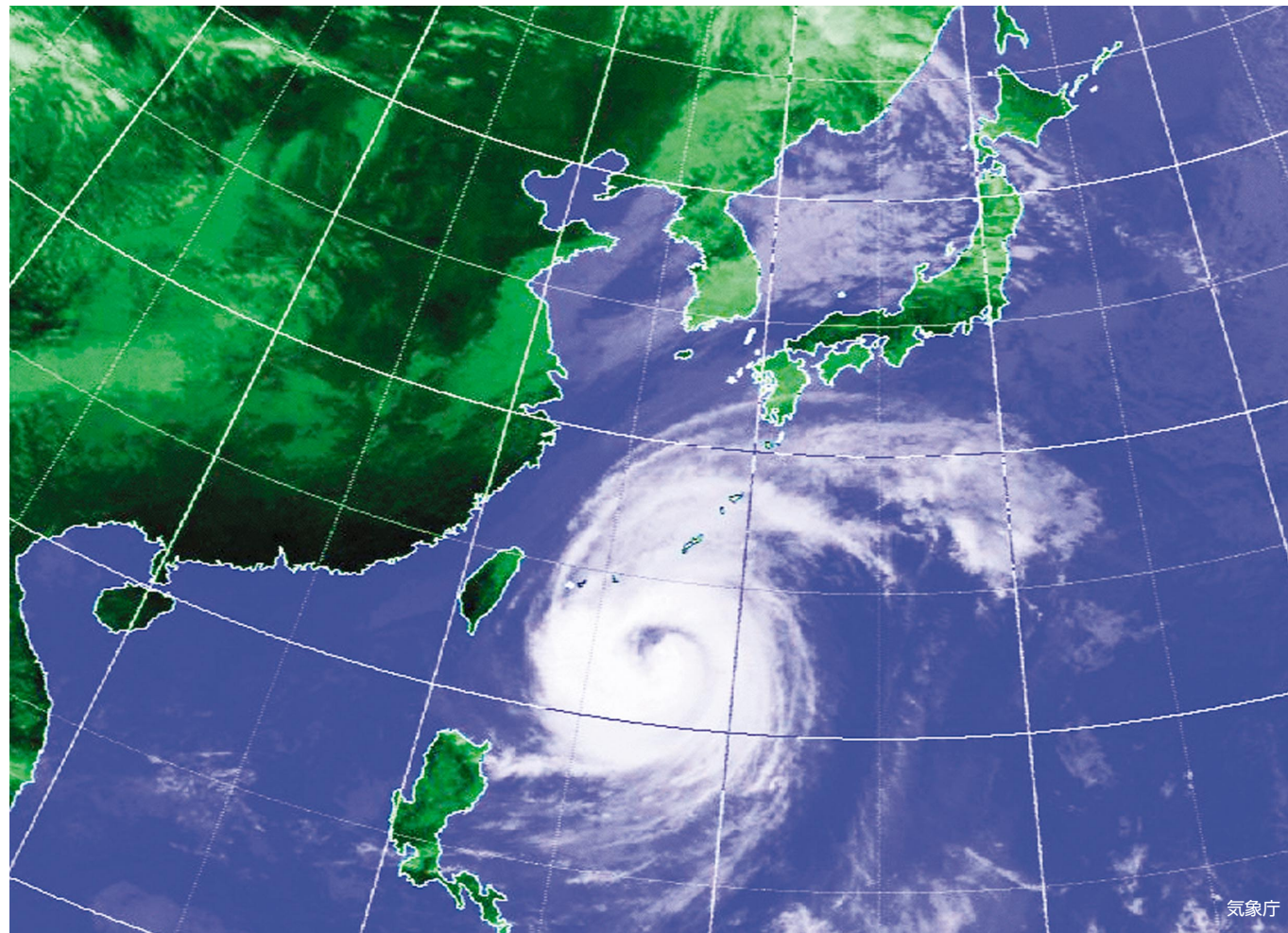




全球気候モデルに見る熱帯低気圧 地球温暖化で「台風」はどう変わるか



取材協力：
長谷川 聡 ポスドク研究員
地球環境フロンティア研究センター
地球温暖化予測研究プログラム
地球温暖化研究グループ

温暖化に伴って 台風の発生数は減少傾向に

日本に主に夏から秋にかけてやってくる台風は、西部北太平洋で発生した熱帯低気圧が一定の強さ以上に発達したものである。台風発生数については、

2004年夏は複数の台風が日本列島を直撃する形になり、たくさんの被害が出た。また同時期に北米カリブ海沿岸も大型ハリケーンによる被害が相次いだ。台風やハリケーンといった熱帯低気圧は、熱帯の洋上で発生し、発達しながら移動して激しい雨と風をもたらす。従来、熱帯低気圧の通り道に当たる地域では、災害への備えがなされてきたが、今後その発生数や規模が変化すると、従来の備えでは対応できなくなる可能性がある。地球温暖化は熱帯低気圧にどのような影響を与えているのか、地球温暖化領域では「地球シミュレータ」を使ったモデル研究が行われている。

年によるばらつきが大きく観測からは顕著なトレンドは見られない。2004年は台風の被害が多く、発生数も多かったように感じられるが、実は11月30日現在で27号となっており、例年約27個発生していることを考えると、

特に発生数が増えているわけではない。だが例年に比べ台風のルートが変わり日本への上陸数が増えたため、大きな被害をもたらすこととなった(図1, 2, 3)。
現在、地球温暖化領域では全球気候

モデル(一定地域ではなく地球全体をまとめてシミュレートするモデル: GCM)を使って、地球温暖化が進行したときの熱帯低気圧の変化について研究を行っている。今回使用したのは大気のみGCMで、時間や空間のスケールなどの兼ね合いから、全球を100kmメッシュの網目で覆うものであった。海洋については温暖化時に海洋の海面水温がどの程度変化するかの設定値を予め入力しておく。IPCC(気候変動に関する政府間パネル)に向けて各国の研究機関では、大気-海洋結合モデルを使って将来予想される温室効果ガスのシナリオを元にしたシナリオ実験を行っており、二酸化炭素(CO₂)が現在量のとときCO₂が倍増したときの海面水温分布の差がさまざまなケースで算出されている。そこでその海面水温分布を使って、CO₂が現在の倍量になったとき熱帯低気圧の発生はどうなるかを見ていくことにした。

それによるとCO₂が倍増すると海面水温は上昇し、現在の現象でいえばエルニーニョ現象発生時と似たパターンが多く出現する。さらにモデル実験の結果では、CO₂が倍増しても熱帯低気圧の発生数は増加せず、むしろ減少傾向が見られる。地球温暖化予測研究プログラムでは、主に西部北太平洋で発生する熱帯低気圧に着目しているが、CO₂を現在の量に設定してシミュレーションを行ったものと、CO₂が倍増したときのものを比較すると、熱帯低気圧の発生数にはおよそ10%程度の減少が見られる。気象庁気象研究所のモデル研究でも同様の結果が出ているということである。

なぜ温暖化が進むと台風の発生数が減少するのだろうか。これまでの研究によると、海面水温が上昇すると大気中に水蒸気が増え、その結果大気が安定し熱帯低気圧の発生が抑制されるからではないかと考えられている。つま

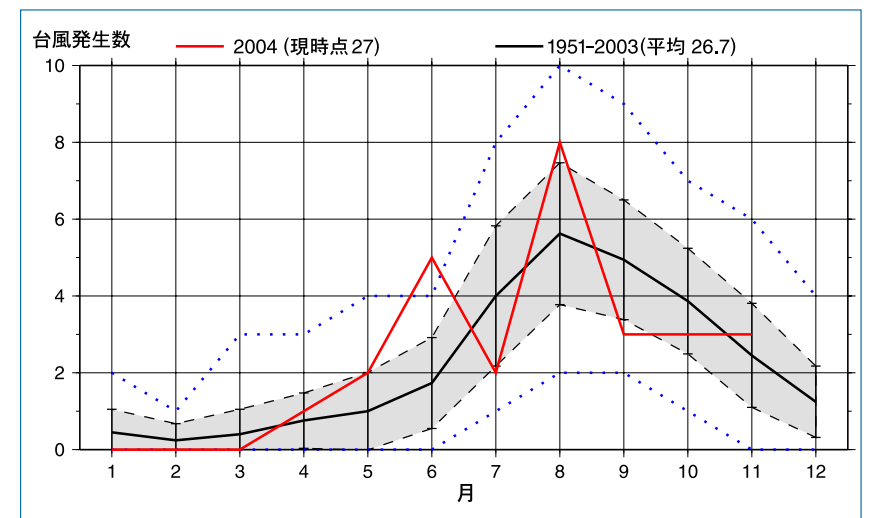


図1 2004年の台風の発生数

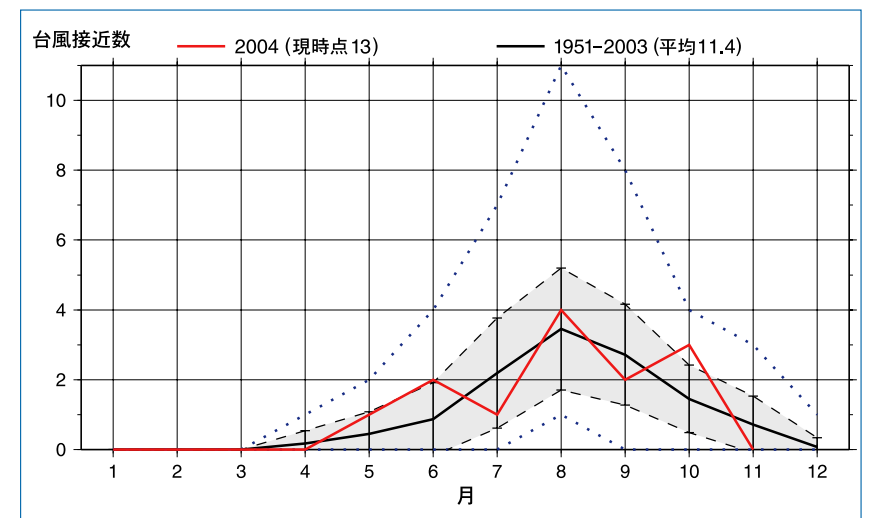


図2 2004年の台風の日本接近数

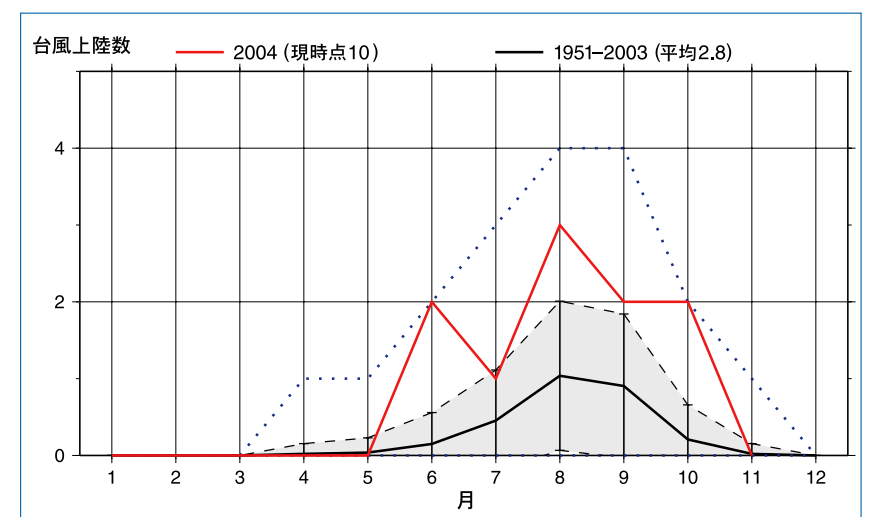
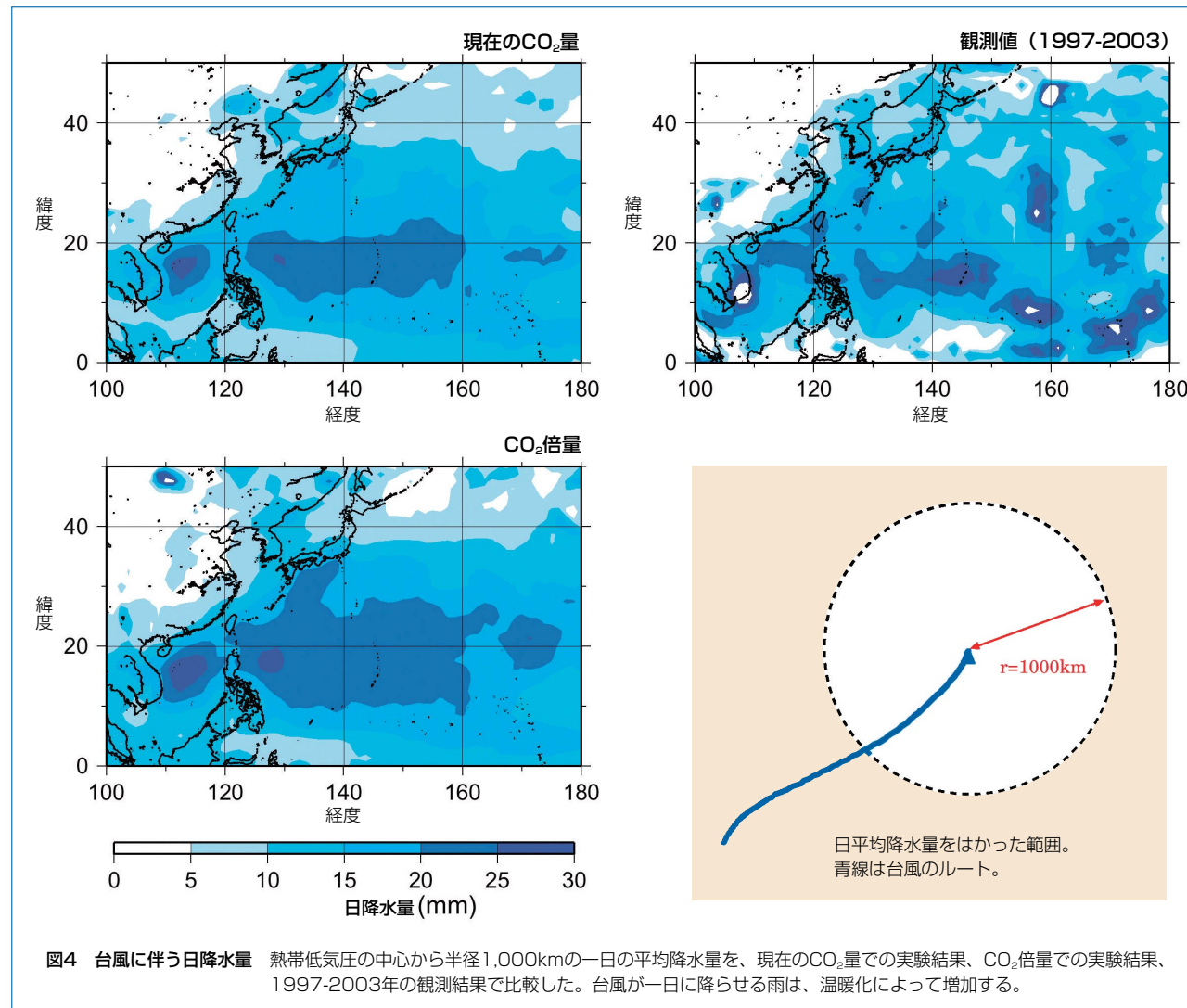


図3 2004年の台風の日本への上陸数

いずれのグラフも赤線が2004年の台風、黒い太線が過去の平均、灰色の部分が過去の年々変動の標準偏差、青点線が過去の最大・最小の値を示す。台風の発生数自体も日本への接近数も、過去の平均と比べて突出しているわけではないが、日本への上陸数は平均を大きく上回っている。(2004年11月30日現在)



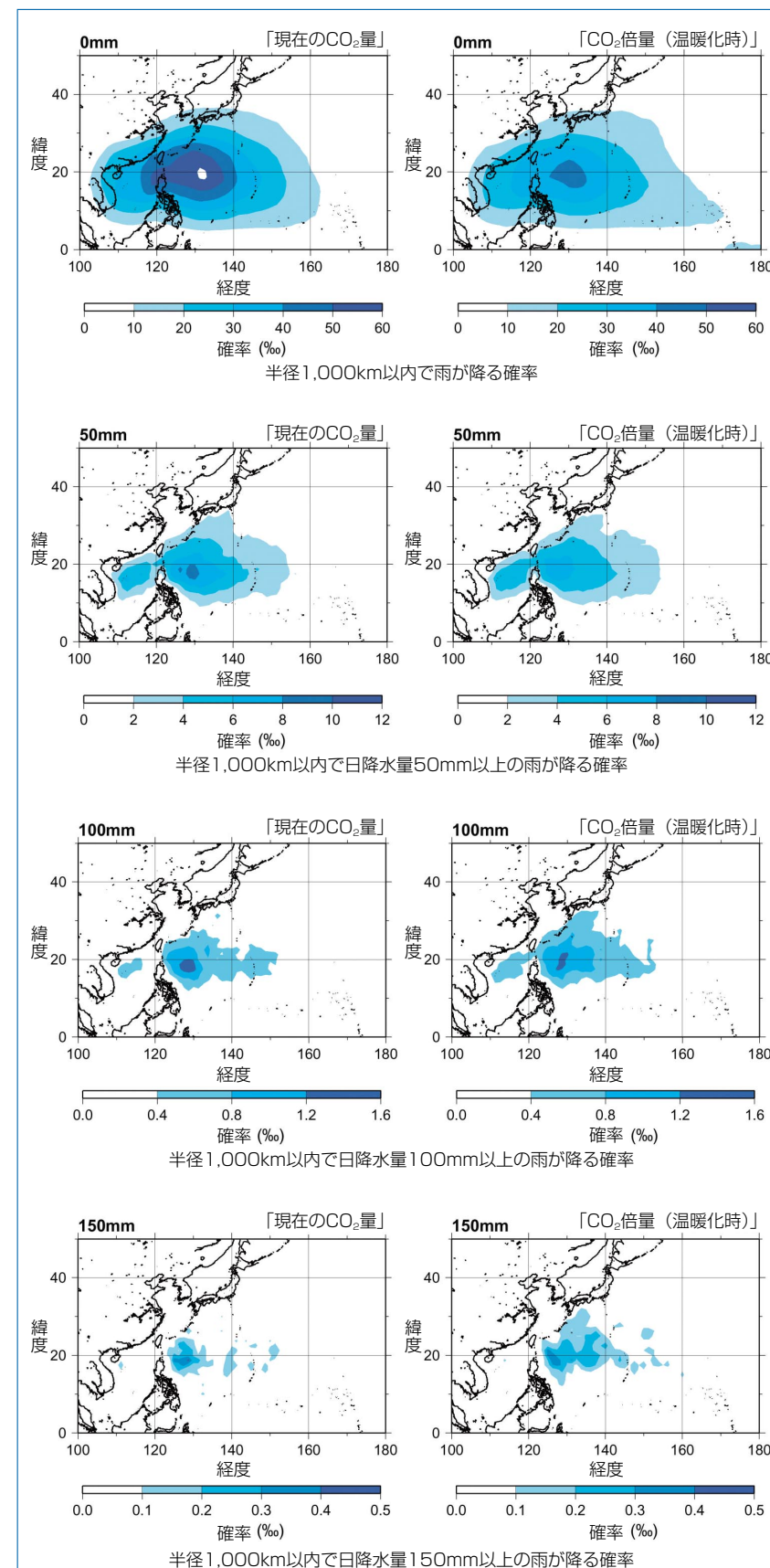
り熱帯低気圧の「卵」が発生しても、十分に成長する前に減退してしまうため、台風にまで成長する熱帯低気圧の数は限られてくるのではないだろうか。全球で見ても発生数は減っているが、増えているエリアもある。例えば北大西洋では発生数の増加傾向が見られる。また2004年には現在の気候を再現する大気モデルの結果を裏付けるように、今まで発生例がなかった南米の東側でハリケーンが発生した。今後も南米の東側には注目していく必要がある。

台風は狭い範囲で急激な変化を起こすため、100kmメッシュのGCMでは解像度が粗く、台風の姿を観測時のように捉えられるわけではない。観測上は最大風速が17m/s (34ノット) 以

上になった熱帯低気圧を台風とするが、モデルの場合は通常、中心気圧や風の強さ、10分間平均で風速15m/s以上の強風域の半径や同じく25m/s以上の暴風域の半径で台風かどうかを評価する。今回のGCMにおいて台風は、中心気圧、強い上昇気流によって潜熱（凝結熱など）が放出されることで生じる上空の温暖核（温帯低気圧と熱帯低気圧を区別するポイント）、渦の強さや風の強さをもとに検出された。中心気圧で見ると気圧の低い（＝強い）台風の総数は減っているものの、極端に気圧の低い台風だけは増える傾向が見られる。

台風による降水量は増え、極端に強い雨が降る

むしろ今回の研究は、温暖化時に台風による降水量がどのように変化するかを捉えたところに最大の特色がある。移動する熱帯低気圧を日々で追いかけていき、台風の中心と決めたところから半径1,000kmで降っている雨を全て台風が関係する雨として計算した。すると温暖化したときのほうが台風のもたらす降水量が多くなる（図4）。熱帯低気圧がもたらす雨はたいいてい強く降るが、温暖化時のシミュレーションでは極端に強い雨のエリアや回数が増えているのだ。つまりモデル計算からは、温暖化時には熱帯低気圧の発生数は減るが、少ない台風が現在より激し



い雨をもたらすようになるという傾向が見られるのである（図5）。その理由としては、温暖化によって大気中の水蒸気が増えるため、前述のとおり大気安定し熱帯低気圧の発生数は限られてくるが、発生した熱帯低気圧に集まる水蒸気は増え、そこで発達した台風は強い雨を降らせるものとなるのではないかと考えられる。GCMモデルでは1979年から約20年分の降水量の積分を行なった。1997年以降は気象衛星で日降水量を観測しているため、現在モデル計算と観測データ5年分の比較を行っているところだが、現在のCO₂量でのシミュレーションによる台風の日降水量平均と、観測から求めた台風による日降水量平均の分布は比較的よく一致している。またモデルは台風による日降水量をよく再現しており、CO₂倍増実験と現在のCO₂量での実験を比較すると、台風が一日に降らせる雨の量は温暖化によって増加する。

最初に触れたように2004年には日本への台風上陸数が多かった。温暖化によって日本付近に来る台風が増えるかどうかについては、まだよくわかっておらず、今後の研究がまたれるところである。今後は大気-海洋結合モデルでのシミュレーションを進める予定であり、雲の発達や日射の変化によって海面水温も変わり、より現実的な再現が可能となるだろう。また現在のモデルでは赤道付近で発達する積乱雲など雲の振舞いがうまく計算できないが、これについても雲を物理現象に則して計算する試みがなされている。全球で長い時間を走らせるには「地球シミュレータ」でも100kmメッシュが限界だが、モデルに取り込むスキームを改善することでより精度の高い実験結果が得られると期待される。