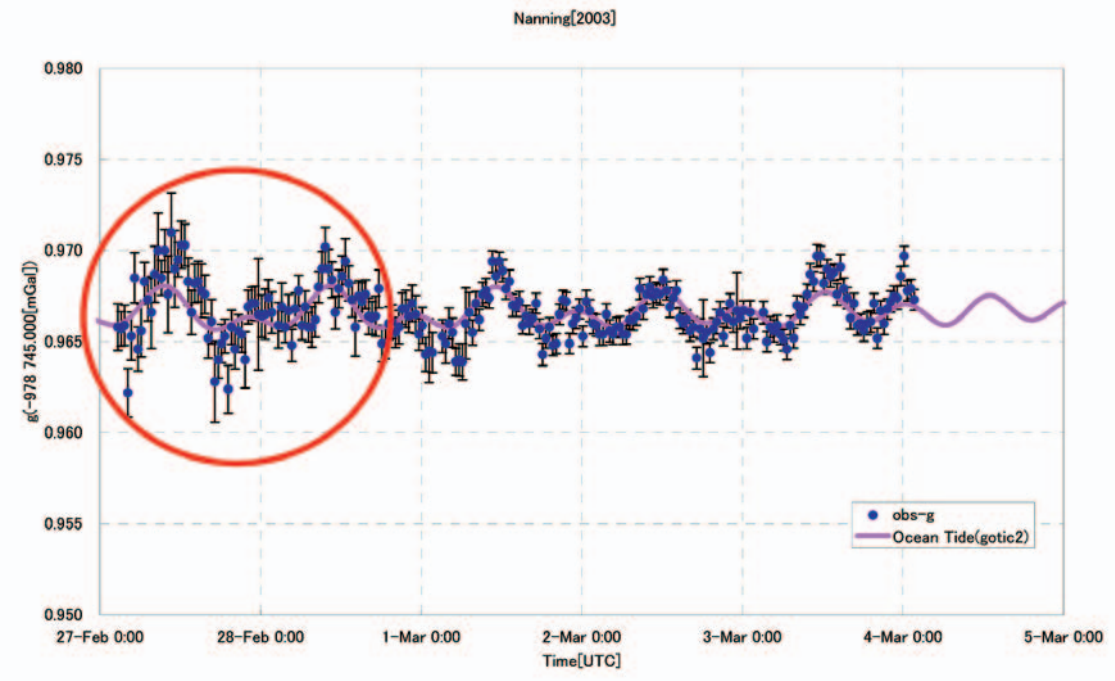


図－５　南寧での重力値の時間変化

３．３　北京での観測結果

14 年度の中華人民共和国での 2 箇所の観測に続き，15 年度は北京において観測を実施した。北京も南寧に続き，地理院単独の観測であったが，後日 CAS/IGG の器械を使っての観測も実施された。なお，地理院の FG5 は #201 を予定していたが，出国前の不調のため，今回は #104 を使用して観測した。北京での打ち合わせ時には，武漢の CAS/IGG に訪問されていた京都大学竹本教授，小笠原大学院生や CAS/IGG 副所長の He-Ping Sun 博士らが合流された。当初，観測地点は，北京市郊外の白家瞳にある北京国家地球観測所（中国地震局の観測施設）で観測する予定であった。しかし，CAS/IGG の希望により，北京市房山区岳各庄にある中国測絵科学研究院・房山人工衛星観測所（写真－ 13）の SLR 観測棟重力観測室（写真－ 14，15）で実施することとなった（場所は北京市街より南西約 50km，高速道路を利用して市内中心部より 1 時間で到着する）。

この観測所は，北京房山 IGS 点として登録されており，GPS をはじめとした様々な観測施設を持っている。また，ここに埋標されている重力点は，IAGBN 点ではないが，1998 年 1 月に選点・埋標後これまで CAS/IGG 以外でもドイツが昨年，米国でも一昨年，FG5 での観測を実施しており，西安測絵局所有の FG5 でも二度ほど観測していた。観測中一度ほど深夜に停電があり，UPS は接続していたが，長時間の停電のため観測中断があった。観測地点周辺は北京市市街地より約 50km も離れた郊外のため電源事情が悪く，停電は頻繁におきるとの情報を得た。停電のあった日のデータを吟味してみると，観測中のある時

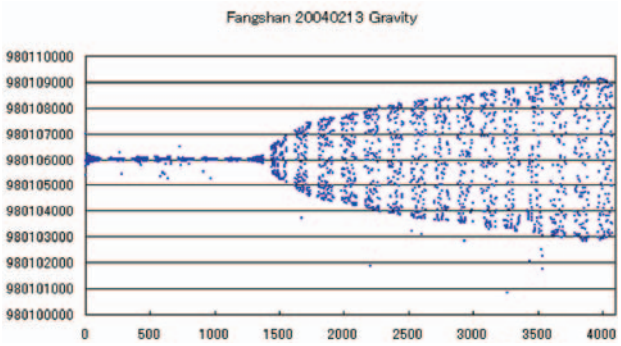
写真－ 13　中国測絵科学研究院房山人工衛星観測所

写真－ 14　ＳＬＲ観測棟

間から，時間経過と共に残差グラフが大きくなり，その後，復旧しないまま停電により観測が止まっていたことが判明した（図－６）。このように時間経過と共に重力値が乱れていく現象は，これまで経験したことがなく，要因としてスーパースプリングの不調が考えられ，不調の原因として電気的ノイズを拾っていると判断した。また，当初は，深夜にSLRの観測を実施していたため，その観測架台が移動する際の震動とも考えたが，観測時間帯と合致しておらず，SLRが原因ではなかった。

写真－15　北京FG5観測風景

その後，観測セットによって正常，異常が繰り返されることが頻繁におきたが，原因については皆目見当がつかないため，何度か電源周りを確認したが特に異常はみられなかった。結局期間中頻繁に異常データがみられ，問題が解消できないため，なるべく多くのデータを取得することに専念した。その結果，取得できたデータから正常な観測セット数を抽出し吟味した結果，絶対値を算出するには問題はないと判断し，北京での観測を終えた。

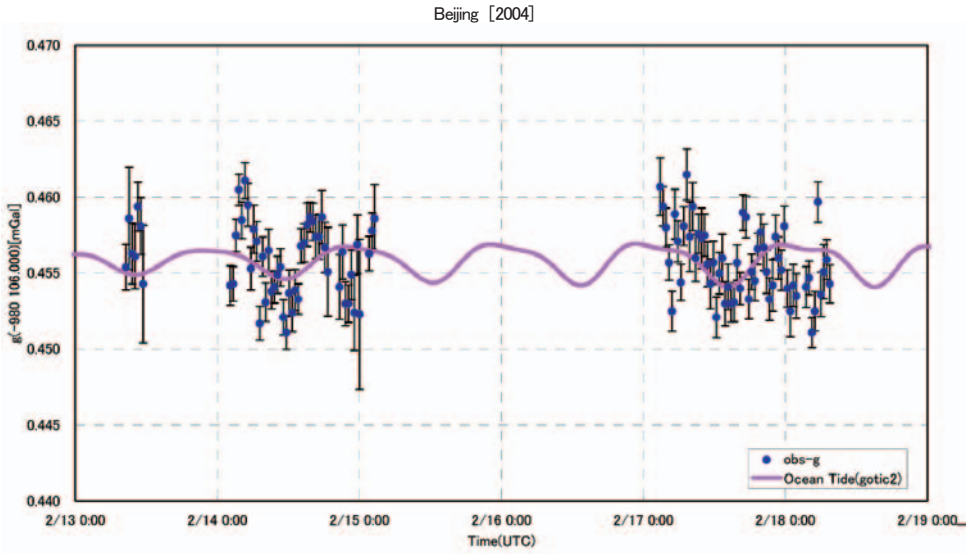


図－６　2004年２月13日の１drop毎の時系列

なお，観測器材の解体・梱包を行ったのち，重力点上で鉛直勾配観測を実施する予定にしていたが，西安測絵局所有のFG5（＃214）が，スタッフ３名と共に待機していたため，ラコスト重力計（G-583）による鉛直勾配観測は，断念した。なお，西安測絵局のFG5（＃214）は，数時間だけの観測状況ではあったが順調に観測をおこなっていた。さらに，このFG5（＃214）で2002年１月に北京で観測した重力値を参考に教えていただいたが，今回のFG5（#104）との結果と，わずか0.0009mGalの差で一致していた。

北京での時系列グラフは図－７のとおりで，最終観測値は海洋潮汐補正を施していないが，金属標上の値として以下のようになる。

測器 FG5#104
有効データ数　11,973drop
絶対重力値　980 106.455 8 ± 0.0001mGal
単測定の標準偏差 0.0160mGal



図－７　北京での重力値の時間変化

4　クアラルンプールでの観測結果

平成15年度にマレーシアでの初の観測をクアラルンプールで実施した。なお，滞在中は，京都大学東敏博助手と行動を共にした。

JUPEMに既に到着していたFG5（#201）の開梱，組み立て，落下槽内の真空引きを実施し，その日から試験観測を開始した（写真－16）。重力点はすでに平成14年度の打ち合わせ時に選点済みであるため，今回の観測前にJUPEM側で金属標の作成・埋標がされていた。観測場所は，市街地のため短周期の地盤振動が常時起きていたが，観測の大きな支障とはならないと考えられた。結果的には多少標準偏差が大きいものの，日本国内の観測データの品質と較べても遜色ないものが得られた。

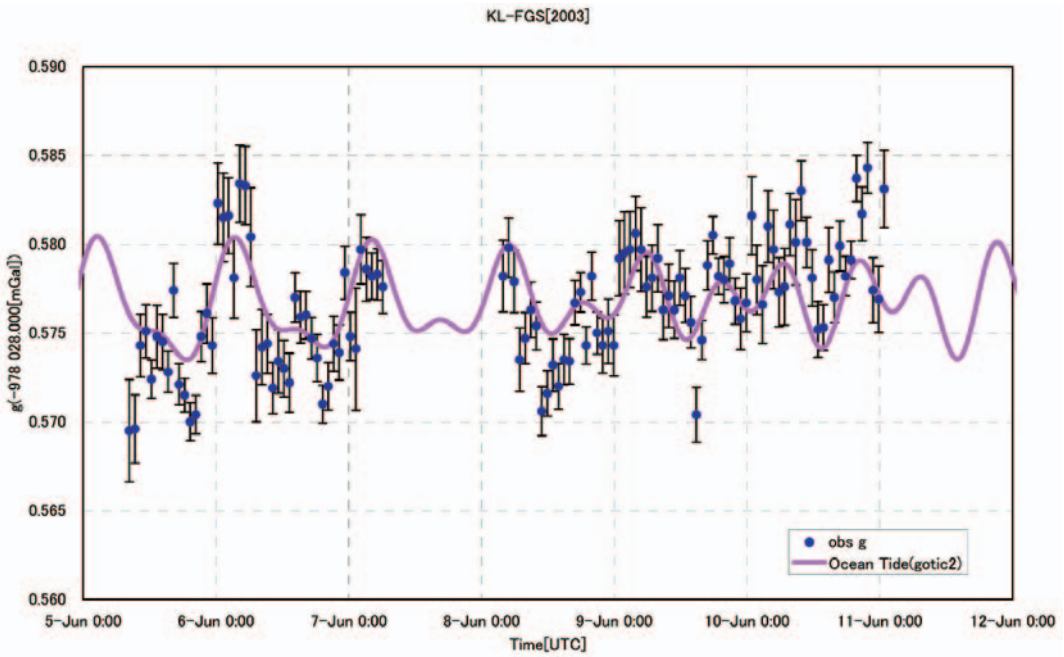
立ち上げ後，当初より問題なく続けられたが，途中真空を維持するイオンポンプコントローラーに不調があり，真空度が下がるトラブルが起きたが，これも再度真空引きを実施し，復旧することができた。結果として，そのトラブルによる1日分のデータが欠測しただけで，その他は，大きな問題がおきることなく順調にデータを取得し続けた。

鉛直勾配観測については，地理院所有のラコスト重力計（D-183）とマレーシア測量局所有のラコスト重力計（G-888）で観測し，その平均値を最終成果に使用した。また，G-888を用いて，JUPEMより車で30分ほど離れたマレーシア大学内にあるIGSN点（02631B）との相対重力観測も空き時間を利用して行った。相対重力観測として，IGSN点の重力値から今回設置した絶対重力点の重力値を求めてみたが，FG5から得られた絶対値とは，0.009mGalの差であった。この観測は，絶対値の信頼度を求める他の手段として，基準値がある別の重力点から相対重力を実施して比較してみたものであるが，結果としては概ね良好であると考えられる。

クアラルンプールでの時系列グラフは図－8のとおりで，最終観測値は海洋潮汐補正を施していないが，金属標上の値として以下のようになる。

測器 FG5#201
有効データ数　18,052drop
絶対重力値　978 028.576 6 ± 0.0002mGal
単測定の標準偏差 0.0215mGal

写真－16　クアラルンプールFG5観測風景



図－8　クアラルンプールでの重力値の時間変化

５．おわりに

全世界的規模で絶対重力基準網を早急に構築するのは難しい状況であるが，アジア地区では，国連アジア太平洋地域地図会議のアジア太平洋 GIS 基盤常置委員会において，日本がイニシアチブをとり，アジア，太平洋地域の絶対重力網を構築することが期待されている。また，国土地理院と大学等が協力して絶対重力網を構築する必要性は以前から測地学研究連絡委員会でも指摘されていた。

現在，絶対重力計（唯一商用ベースの絶対重力計は FG5 のみ）を保有している機関は，国内では年々増えているものの国土地理院を入れて独立行政法人研究機関，財団法人研究機関および国立大学法人などの５機関しかない。しかもアジアとなると日本以外では中華人民共和国しか保有していない。そのため，東アジア各国から，自国の重力網の基準値を決定させる目的からも，国土地理院に絶対重力観測を要望されており，平成 11 年度には大韓民国で絶対重力観測を実施した実績がある。この時は国土地理院からの派遣職員の旅費を大韓民国が負担している。つまり，国土地理院が行動をおこす際のネックは，外国旅費が足りないことであり，そのために海外からの要望に思うように応えられていない。平成 14 年度，京都大学で科学研究費基盤研究 A（海外）が採択されたことで共同研究協定を締結し，一気に実現に動くこととなったが，今後，国土地理院が自ら予算を確保することも必要と考えられる。

海外へ重力計を輸送するには様々な問題があり，FG5 も輸出管理令の戦略物品に該当していることから輸出許可申請に多くの書類と時間が必要である。特に中華人民共和国へ輸送の場合，関税の免税措置をとる中国科学院が幅広い研究を行っている研究所であり，特に兵器開発部門もあるとのことで，輸出許可を司る経済産業省も厳しい審査を行っている。そのため，これまでは包括承認を得ている代理店を通じて輸出入を行っていたが，各国毎の事情が違うため，今後展開していくアジア各国，それぞれ個別に対応していかなければならず，事前の準備に十分の時間が必要である。

また，この間 SARS（新型肺炎）が中華人民共和国中心に蔓延し，そのため，平成 15 年 9 月に予定していた北京の観測は，平成 16 年 2 月まで延期するなど，この時期の海外出張には恐怖を感じることもあった。しかし，大きなトラブルもなく，求める精度の重力基準網構築は，現在まで順調に進んでいる。これも関係者の協力のおかげであり，深く感謝する。

引き続き，平成 16 年度から共同研究期間の残り 2 年間も各国で観測を予定しており，平成 16 年 7 月には，マレーシア国コタキナバルで実施する。なお，その後の観測計画については，現在，京都大学と協議中であり，今後もアジアでの絶対重力基準網のさらなる展開と，数年後の繰り返し観測も実施できればと願っている。

参 考 文 献

木村　勲（2002）：マレーシア国 クアラルンプール他２地方 東アジア絶対重力基準網確立に関する共同研究，実施報告書
木村　勲（2003）：中華人民共和国 武漢・南寧地方 東アジア絶対重力基準網確立に関する共同研究，実施報告書
木村　勲（2003）：東アジア絶対重力基準網確立に関する共同研究について，第 13 回国土地理院技術報告会（国土地理院技術資料 A・1-No.279），1 － 2
木村　勲（2003）：マレーシア国 クアラルンプール地方 東アジア絶対重力基準網確立に関する共同研究，実施報告書
東　敏博（2004）：東アジアにおける絶対重力測定，地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会，D005-P003
檜山洋平（2004）：中華人民共和国 北京地方 東アジア絶対重力基準網確立に関する共同研究，実施報告書（2）