

3次元CAD実践設計 と3D震源分布図

観測班（地震予知研究センター宮崎観測所）

園田 保美

1．はじめに

防災研究所地震予知研究センター宮崎観測所（以下、宮崎観測所という）の地殻変動観測計器等は設立当初の1975年以来、大半の観測計器を宮崎観測所の工作室で園田が設計製作してきた。1987年からは宮崎観測所の日向灘地殻活動総合観測線として、宮崎県の檳峰高城、串間、鹿児島県の伊佐、大隈、四国の宿毛等の7観測点をテレメータ化するにあたり、従来の光学式から完全に電気式センサーの観測データ変換装置が必要とされ、本格的に宮崎観測所の工作室で設計製作、及び設計図の作成を開始した。全観測線に水管傾斜計27成分、スパー・インヴァー棒伸縮計27成分の観測計器を製作した。その他に技術支援という事で火山活動研究センター桜島観測所のハルタ山観測室、同じく大隅観測室にハーフイット傾斜計を、鹿児島県の口永良部火山にもハーフイット傾斜計を設計、製作、設置した。これらの観測計器の設計製作は設立当初、宮崎観測所の工作室で工作機械、工作用治具、機械工具とも十分ではない状況で、ましてや設計図面を書くのにCADなるものがある訳はなく設立当初はグラフ用紙等に設計図を手書きしていた。それ以降はPCにWORD、EXCEL、ミニCAD等のソフトで設計図面を作成してきた。限られた予算で必要に迫られてという状況でもあり少なからず苦労があった。地殻変動観測の観測現場における観測計器は、得られたデータが直ぐに設計製作にフィードバックされる事や、現場の状況に合わせたこまやかな配慮など意義深い点も多い為今後も更に開発、改良、製作を進めていきたい。その為にも本格的な3次元CADがあれば計器の開発、設計に大きな進展があると思う。今では設計図面を作図するのに大変重宝しているが、これまでにいろいろ模索しながら、各種観測計器や観測所及び坑道の全体図を作図してきたのでその作図例を紹介する、あわせてCADによる回転動画ができる3D震源分布作図システムを構築したので紹介する。

2．日向灘地殻活動総合観測線

図1は宮崎観測所が、日向灘地震の地殻変動研究を目的に宮崎周辺に展開している日向灘地殻活動総合観測線である。ネットの可視見ル衛星画像を基にビジュアル化した九州、四国地図に各観測室の位置を表記した。この総合観測網で宮崎市を中心に四国の宿毛観測室を含む7観測室3観測点から地震データ、地殻変動データ等を専用回線による明星テレメータ装置で観測データを収録解析している。



図1 日向灘地殻活動総合観測線

このC A Dでは、図2のような複雑な土地の地形、及び観測室の施設を描写する事はしないと思うが、今回それをあえて挑戦して作図してみた。この上空から見た全景の作図を見ると各観測室を紹介する時に一目瞭然で判るので、我ながらうまくできたと自画自賛している。この観測室全景が上空からの航空写真のように、3次元で見られ拡大縮小も思いのままである。



図2 日向灘地殻活動総合観測線

3. 宮崎観測所 3D

図3,4,5,6は宮崎観測所全景の全体図であるが観測所本館、職員宿舎、坑道、坑道入口の計測室等がある。全長300mの観測坑道奥の地殻変動観測計器群も3次元で見る事ができ、まだ詳細に表示してないがある程度までは表示可能である。これからより詳細に、どこまで細かく作図が出来るか自分なりに追求していきたい。そして技術支援の一貫として、関係者に3次元C A Dの技術を提供できればと思っている。

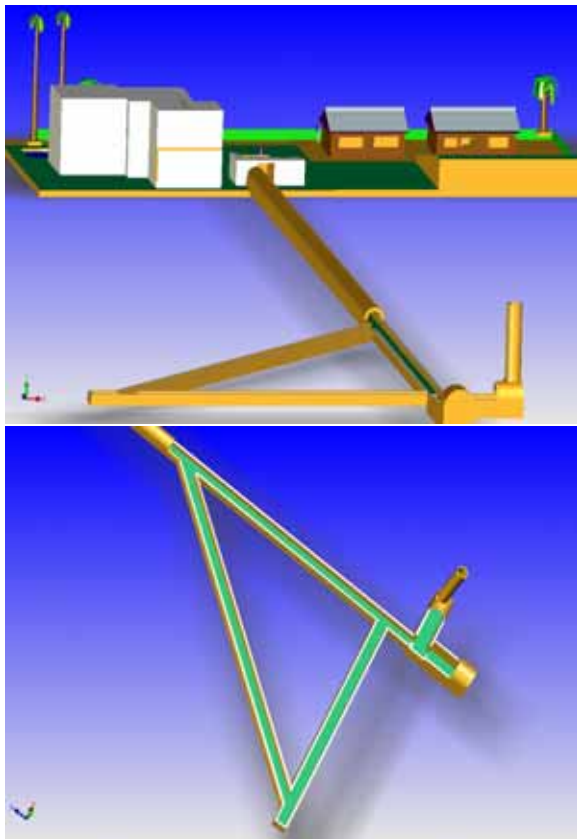


図3 Drawingで描いた宮崎観測所

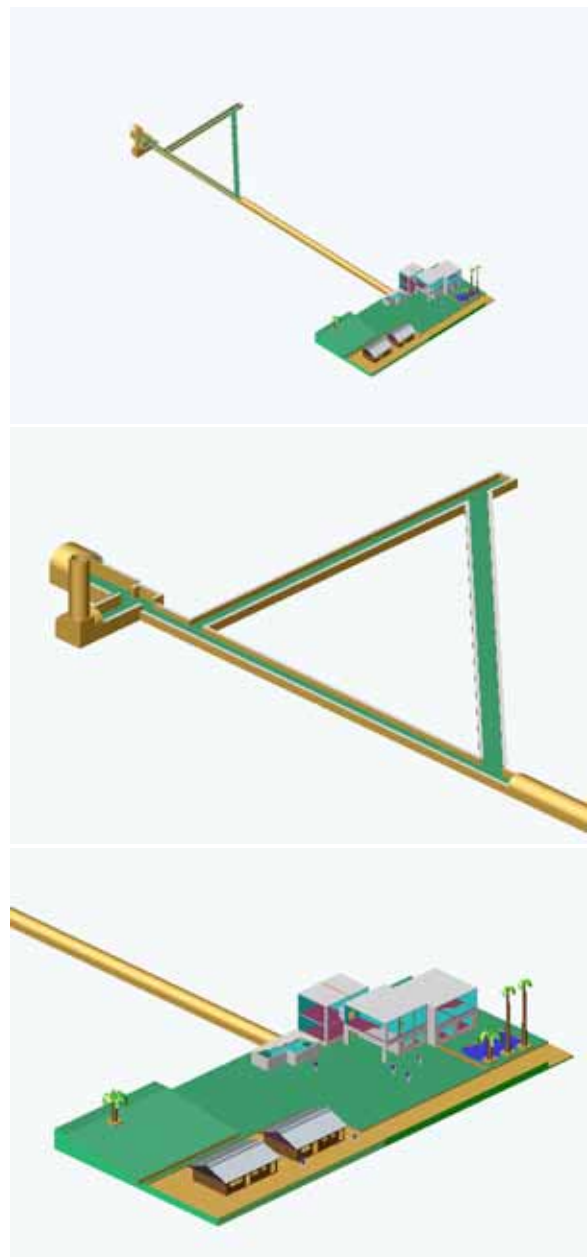


図3 Ver2 宮崎観測所
(上：全体 中：坑道奥 下：構内)

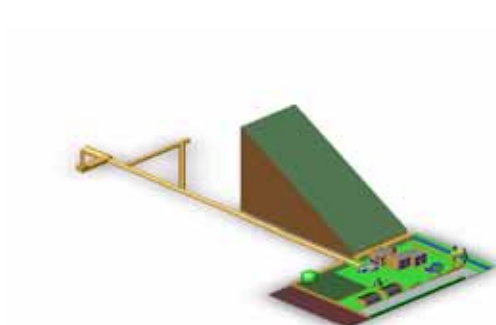
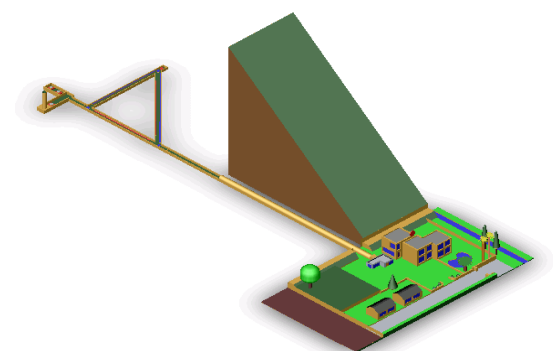


図5 Ver1 宮崎観測所
(上：坑道巻き立て 中：Ver1 全体 下：Ver2 全体)



図6 Ver2 宮崎観測所
(上：正面全体 中：拡大中 下：拡大特)

4．宿毛・大隈・由良観測室

図7,8は四国高知県の地震予知研究センター宿毛観測室と、大隈半島にある火山活動研究センター大隈観測室である。某教官の宿毛観測室地殻変動関係論文発表の関係で、技術支援の一環としてこの図面にCADを使用し観測坑道内の全体図と地殻変動観測計器の配置図を作図した。大隈観測室には宮崎観測所の工作室で製作されたハーフイルド水管傾斜計、スーパーインヴァー棒伸縮計等の観測計器が設置してある。図9,10は和歌山由良観測室坑道内の全体図である。

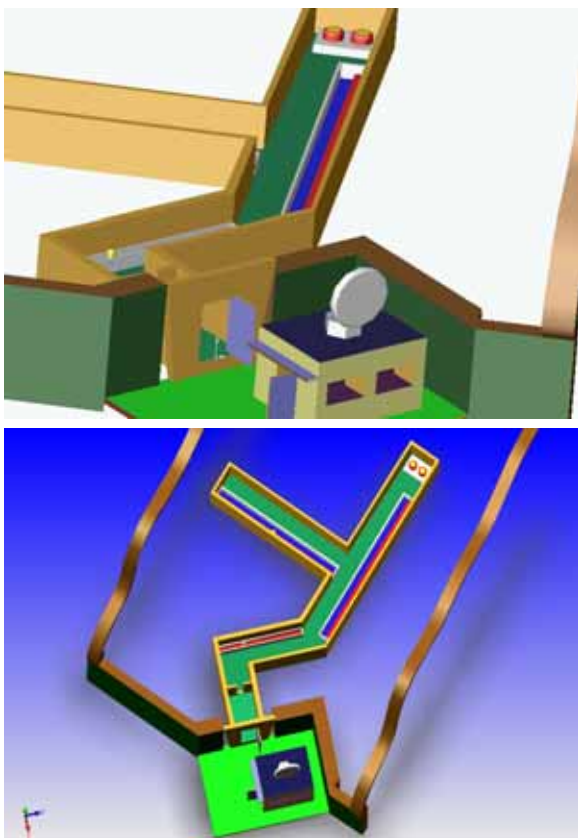


図7 宿毛観測室(上：拡大 下：全体)

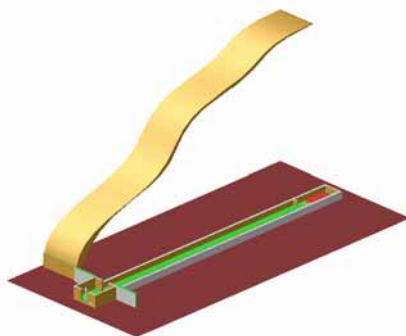


図8 大隈観測室

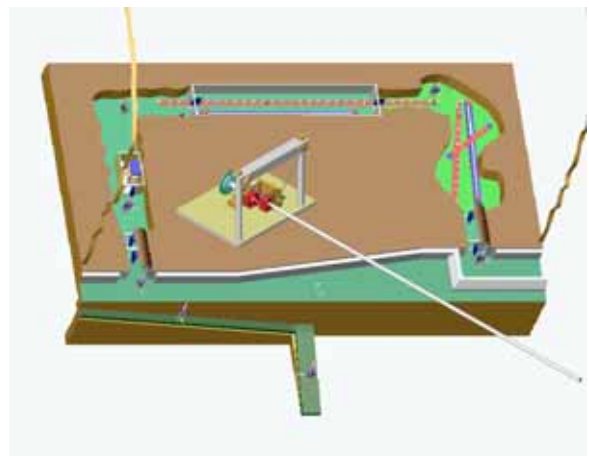
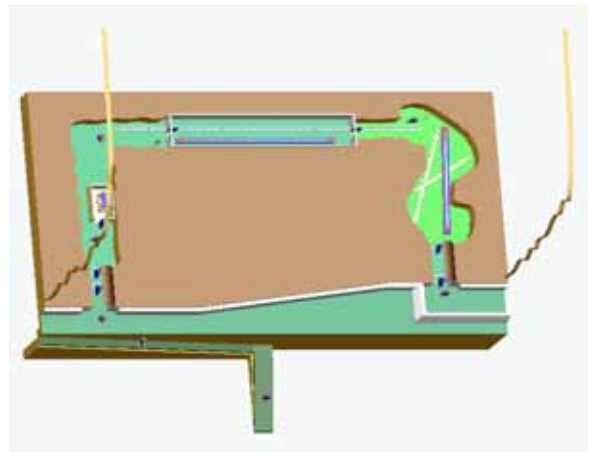


図9 由良観測室 (上：全体 下：計器貼り付)

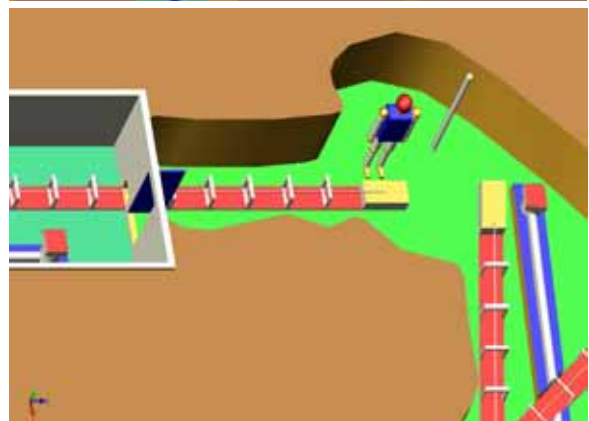
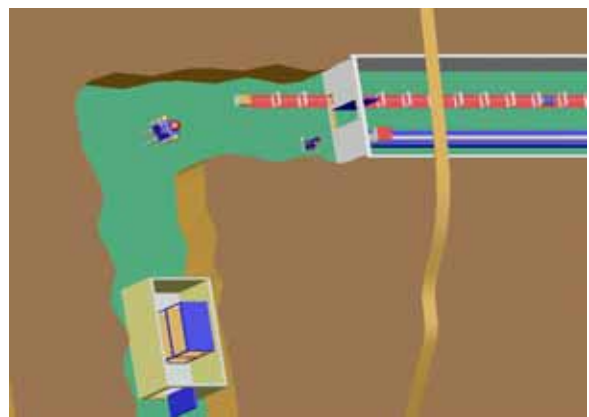


図10 由良観測室 (上：拡大中 下：拡大特)

5．地殻変動観測計器

今回、これらの計器作図に使用したC A Dの本来の使用目的は、図 12 に示す地殻変動観測計器の水管傾斜計のような、工学系工作物の設計製作、図面の作図がベストであるだろう。この水管傾斜計全体が全方向3次元で、回転表示出来るから圧巻である。まだまだ、表現方法が不自然なところがあるがこれからより詳細に作図を行い、より完全なものに仕上げたい。図 12 上はフルィルト水管傾斜計の差動トランス固定用の、スライド式コイル支持金具である。黄銅の材料等を使用して旋盤等で製作し、宮崎観測所関係の7観測室3観測点に設置した。図 12 の中図は水槽中のガラス製フロートと2個の永久磁石との水中での関係を示した図であるが、水面に浮いているフロートが他と接触せずに、静止状態を保ち回転を防止するには最も有効な方法であろう。特にフロートの回転防止の方式はここだけのものである磁石とフロートの浮力の関係は、以前の発表で実証済である。図 11 は Drawing ソフトによる水管傾斜計である。

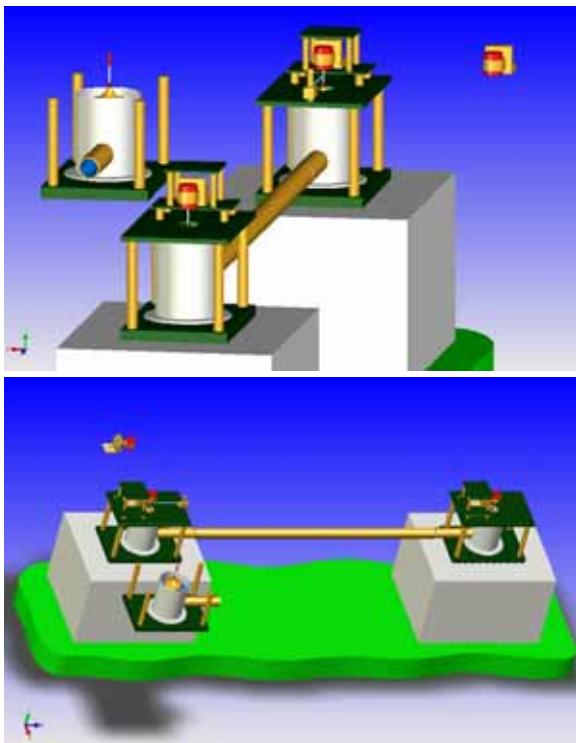


図 11 Drawing ソフトでの水管傾斜計

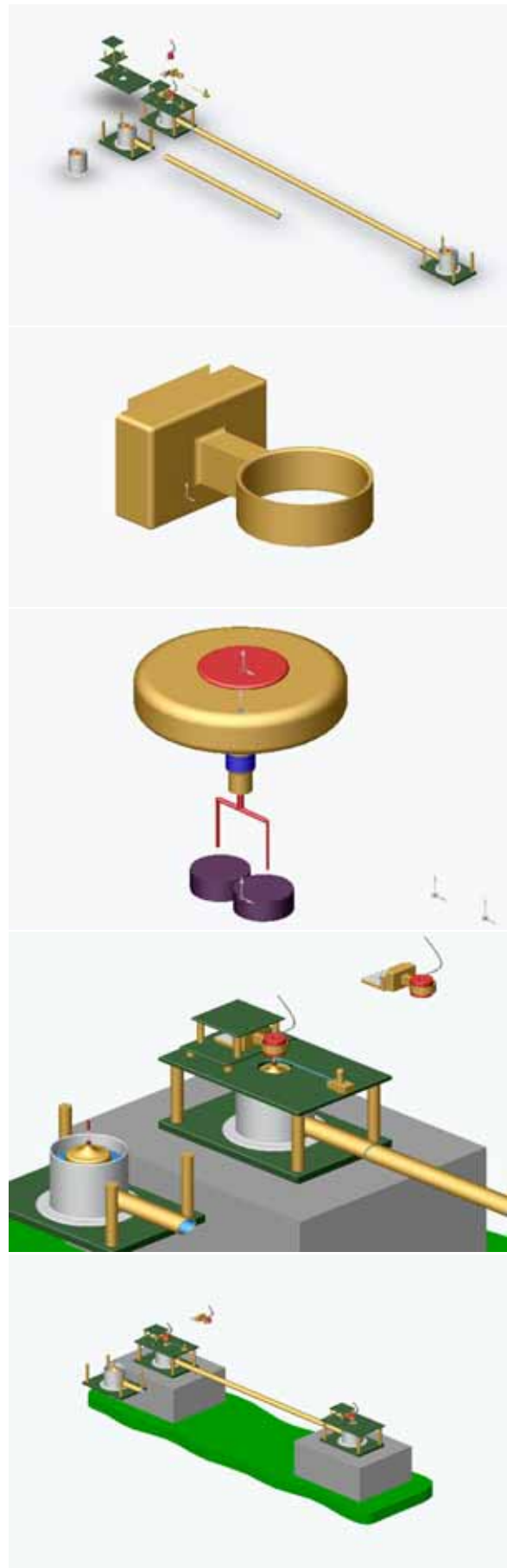


図 12 Ver2 でのフルィルト水管傾斜計

6．地殻変動観測計器

図 14,15 は和歌山県由良観測室に設置している、スーパーインヴァー棒伸縮計である。宮崎観測所他 6 観測室に設置してある伸縮計と同様な型で吊り枠、固定端、センサー部スーパーインヴァー棒から構成されている。今回伸縮計 3 成分整備したセンサー部を赤色で表示した。新製作部分の差動トランス支持金具及びコア支持金具が立体的に見えて一目瞭然である。これもあらゆる方角から描写でき拡大縮小も意のままである。自在に回転する動画でも表現できるので、全体像が手にとるように見られて圧巻である。図 13 はセンサー部に使用の歯車である。

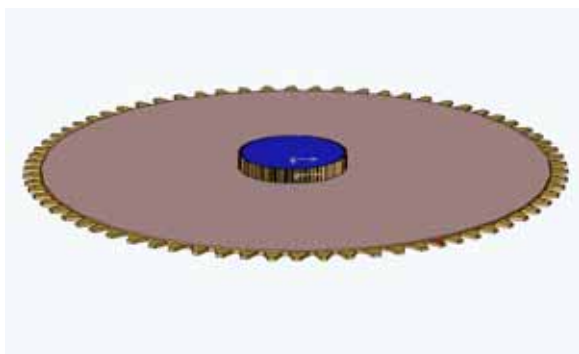


図 13 センサー部の歯車

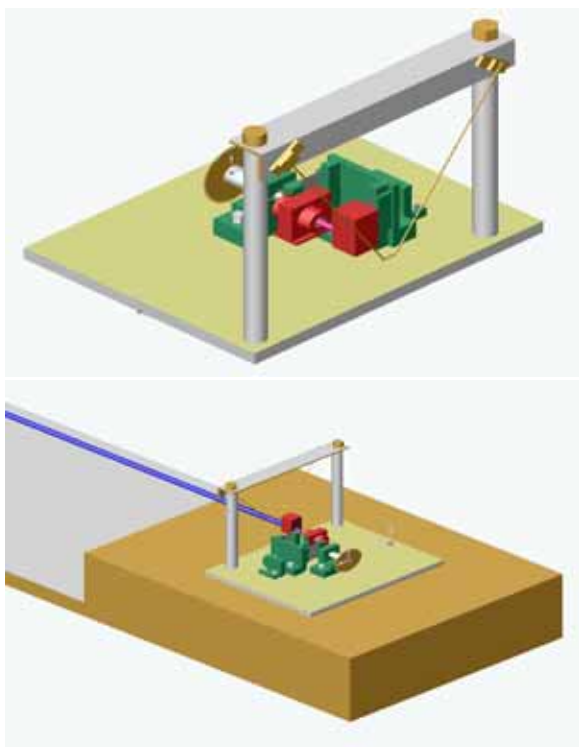


図 14 Ver2 スーパーインヴァー棒伸縮計

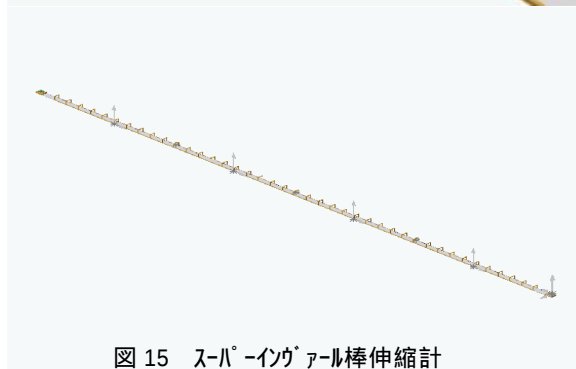
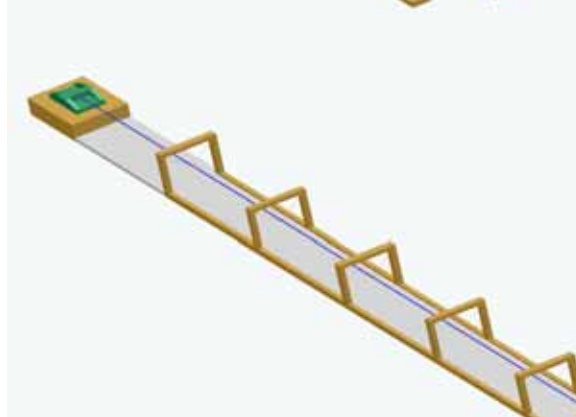
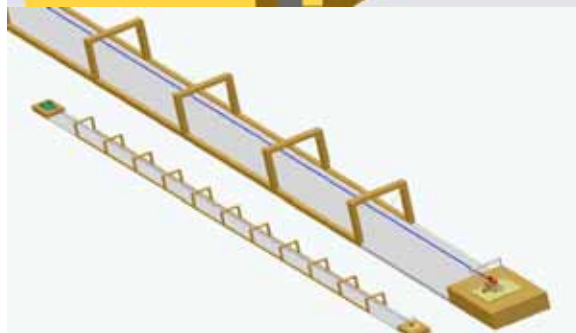
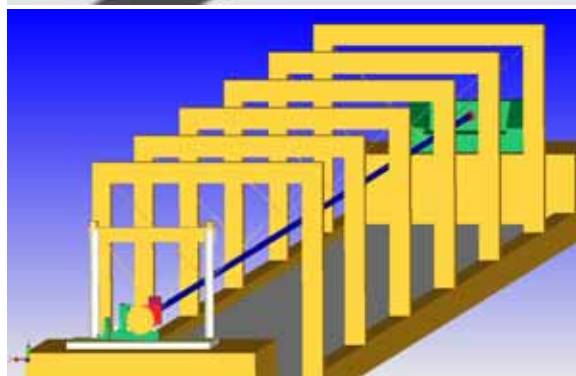
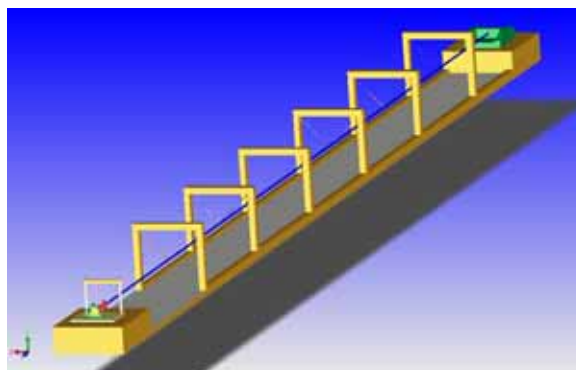


図 15 スーパーインヴァー棒伸縮計

7 . G P S 宮崎観測網

宮崎観測所では最新の計測技術である G P S 電波受信による地殻変動観測を日向灘地殻活動総合観測線、特にすでに長年の観測データが蓄積されている宮崎市、及びその周辺で観測を開始する事とした。G P S 宮崎観測システムを構築する為、宮崎市教育委員会及び九州電力会社に図 16,17 のような G P S 受信機システム 2 基を木花小学校、生目中学校の屋上に設置し想像図を申請書類に添付して提出した。受信機設置用ポールは宮崎観測所で製作された高さ 2 m 直径 100 mm のステンレス製のパイプで園田製作の手作りピラーである。図 18 は伊佐観測室の坑道内に設置された湧水計である。

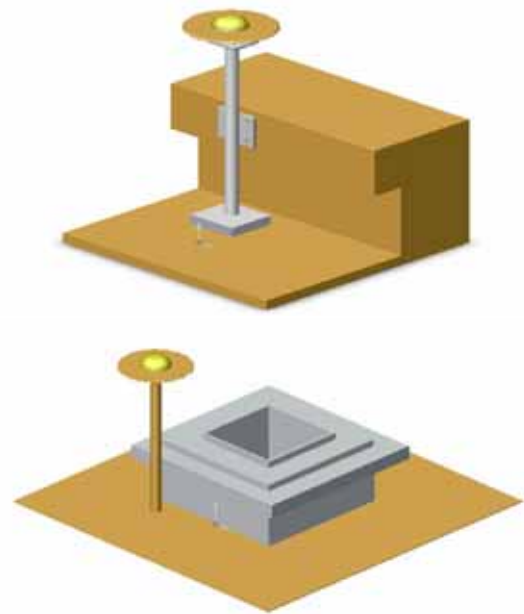


図 16 G P S 屋上設置

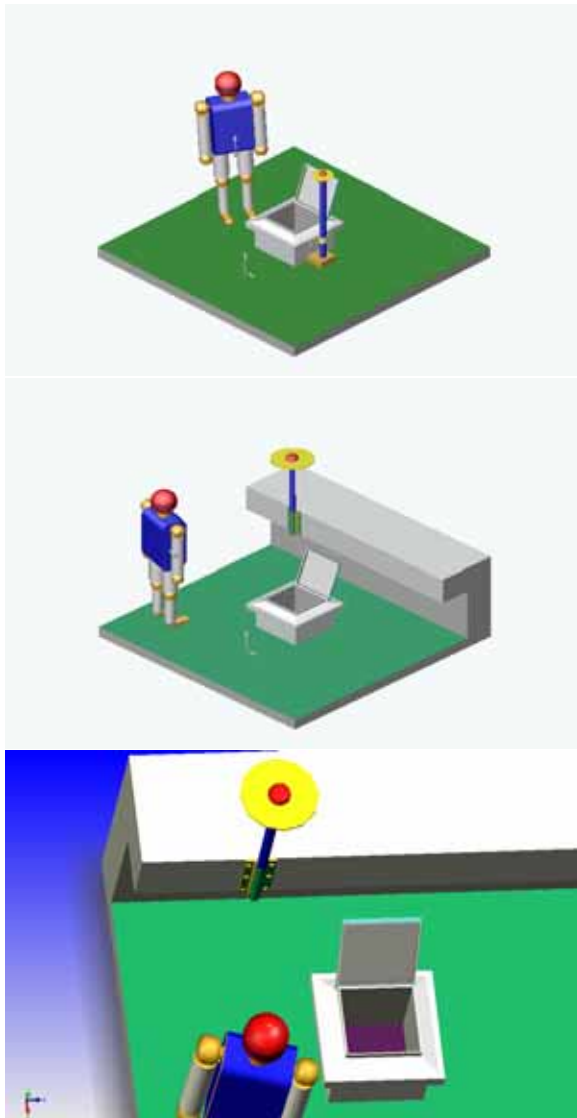


図 17 G P S 屋上設置

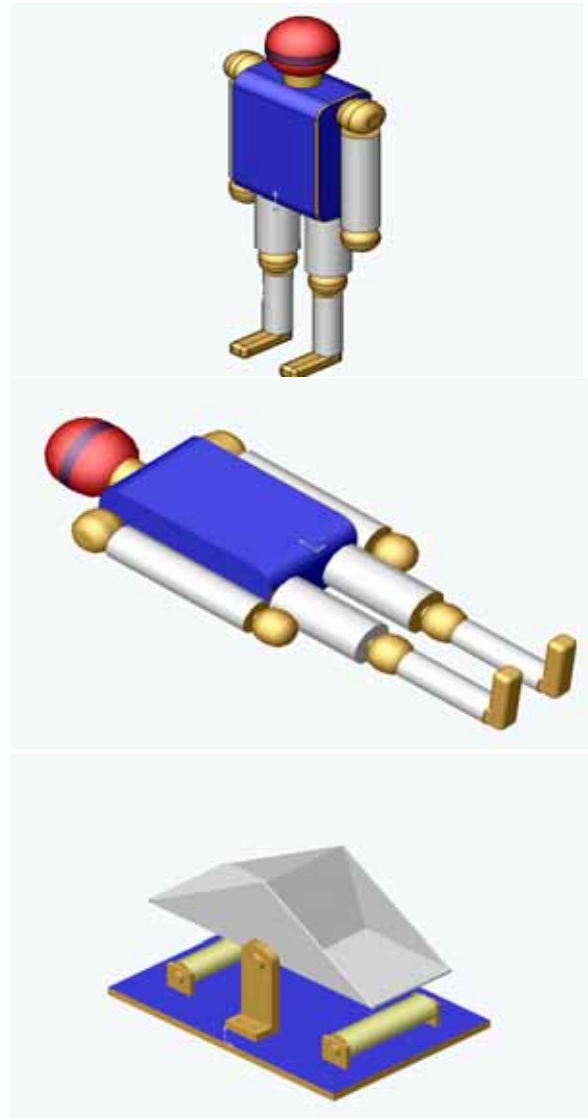


図 18 伊佐観測室湧水計

8 . 3 D 震源分布作図システム

CADによる日向灘地震の3次元震源分布図を作図するシステムを構築したので紹介する。宮崎観測所では設立当初の1975年以来、本来の観測業務である地殻変動連続観測と地震観測の2本立てで地震研究を行ってきた。1987年からは宮崎観測所の日向灘地殻活動総合観測線として、槇峰四国等の7観測点をテレメータ化専用回線で地震データ収録解析を行ってきた。ここ最近では専用回線の排斥傾向と共に衛星テレメータの導入で地震データ収録が全国版になりました。そこで容易になったデータ収集と一昨年、CADのライセンスを宮崎観測所にも確保してもらったがこれを活用して今回3D震源分布作図システムを構築した。図20はMAPの地上地下方向からの図である。これらは日向灘地震の2ヶ月分をプロットして作図した3D震源分布図である。図21はその一部を拡大、図19,22は沈み込み付近の模式断層図、この3D震源分布図は立体的に回転させるデモ動画も可能であり、マウスを動かす事により震源域が刻々と回転変化するさまは圧巻である。回転動画表示が出来ないこのポスターだけで、全容を皆さんに理解してもらう事が出来るか疑問であるので付帯しているPCで日向灘地震の震源分布を3次元で立体的に自在回転させます。

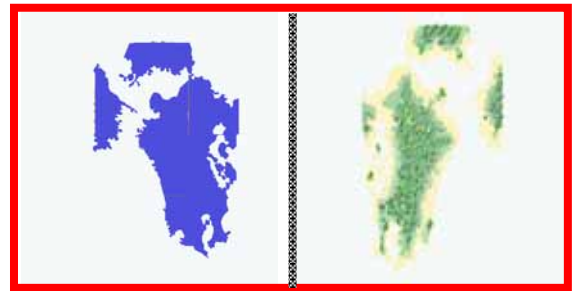


図20 地下地上方向

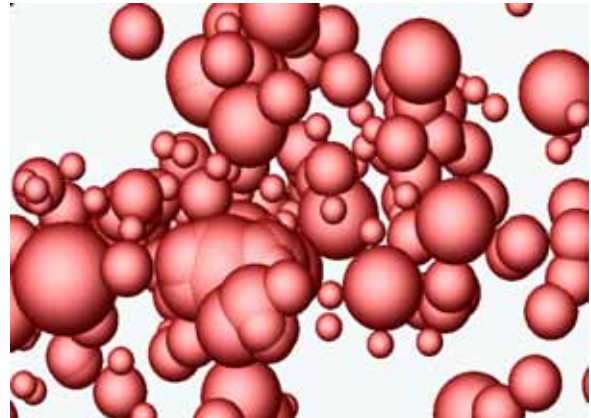


図21 震源球の拡大

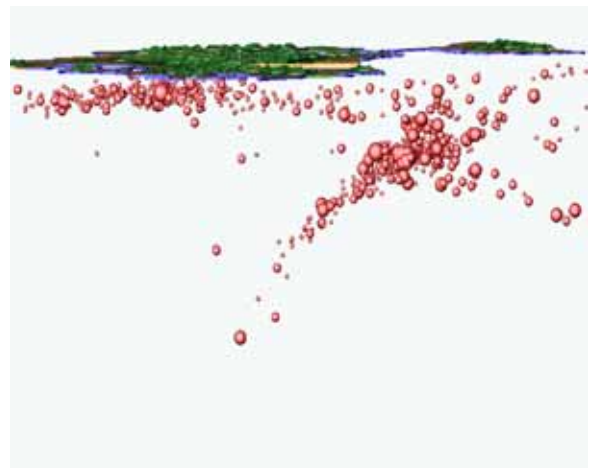


図19 沈み込み付近の断層模式図

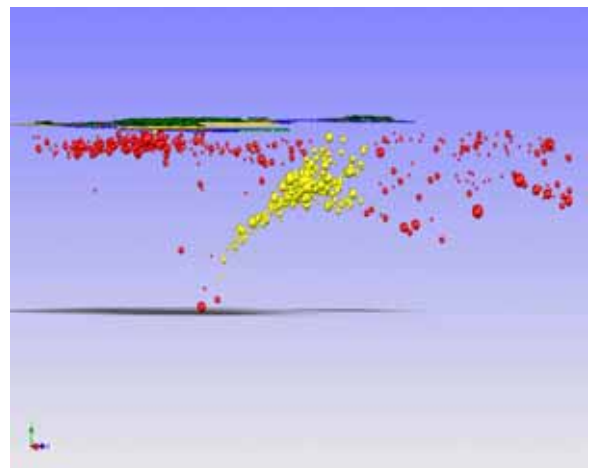
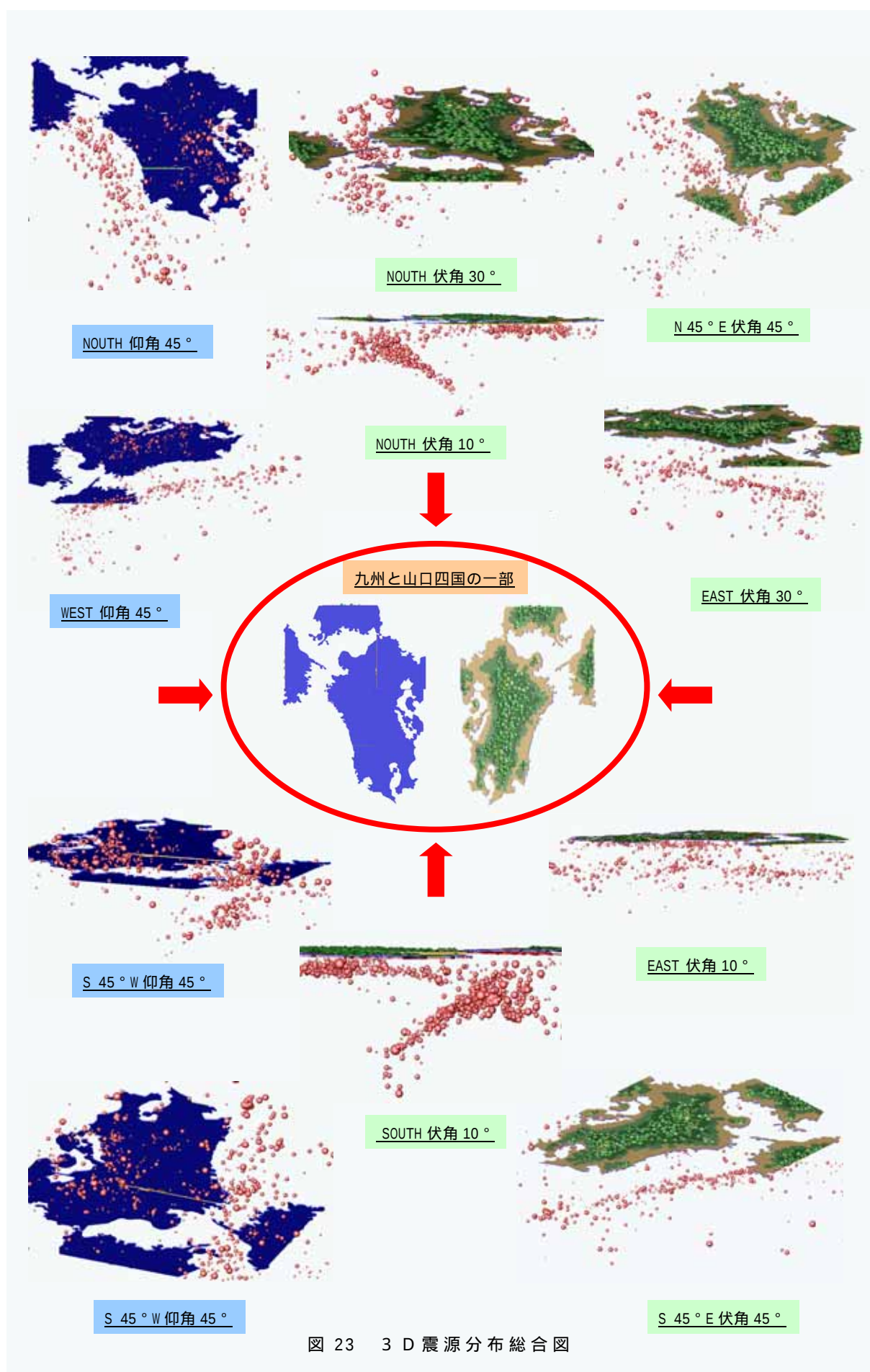


図22 沈み込み付近の地震



8-1. 震源分布の特徴

図 23 の震源球プロット投影図は、九州地域を中心にした 3 D 震源分布図である。九州全域と山口四国の 1 部分を加えた地図の平面図を、このポスターの中心におき N S E W 各方位から投影した震源分布図を < SOUTH 伏角 10 ° > < S 45 ° W 仰角 45 ° > 等の方位名称で四方に配置した。これらの 3 次元震源分布図を見てみると、当然のごとく日向灘で太平洋プレートと九州地域地下への、沈み込みで海底下の地震が顕著に見られる。太平洋プレートと陸側プレートの接点であるプレート会合点が、日向灘にあり日向灘地震の多発地域でもある。宮崎県日向灘海底下での地震が極端に多く、また九州地域西部の直下にも地震が集中している。九州地域東部では沈み込んだ上面にあたる、陸側プレートの地震が極端に少ない。これらの特徴を判断するのに今まで平面、縦横断面の 2 D 震源分布図しかなかったが、この 3 D 震源分布の回転動画によりさらに幅広く震源分布の特徴を把握できるだろう。

8-2. 震源分布図作成手順

1: P C で C A D のソフトを起動しておく。2: 衛星 W I N システム、J M A (気象庁) 等の震源データを F T P でダウンロードする。3: 震源の方位角が指数で表示されている地震データをなるべく使用する。4: 方位角が度分秒で表示の場合には、変換ソフトに入力し方位角を指数に変換する。5: 指数表示の地震データを、グリッドの方位サイズに合うようデータ変換する。6: 模範地図が描かれた透明フィルムを使い、モニター上で模写地図の作成をする。7: 震源球 M 1 ~ M 8 までの 8 段階 8 種を作成し構成部品で保存しておく。8: 震源球を挿入 ~ エンベロープ ~ ファイル指定し、貼付けて位置を確認。9: 手形表示の部品移動マークを指定し、構成部品移動画面を表示させる。10: 構成部品移動画面の (X Y Z 位置へ) を指定して入力モードに設定する。11: X 軸データ入力: 12345.0000 を入力 ~ エンター ~ モニターで位置確認。12: Y 軸データ入力: 12345.0000 を入力 ~ エンター ~ モニターで位置確認。13: Z 軸データ入力: 12345.0000 を入力 ~ エンター ~ モニターで位置の確認。14: 入力モードの < 適用 > を指定し貼り付けて、震源球の位置を確認する。15: ペケ (OK) マークを指定し数値入力モードを終了させる。16: デモソフト Drawings により震源分布の立体的回転を確認。17: < 構成アセンブリ > を指定し、複数の構成部品合成を行う。18: 再度、デモソフト Drawings で震源分布の立体的回転を確認する。19: M A P の原点を再確認しておく。20: sldasm ファイルでフォルダに保存する。

9. おわりに

このような理学的な震源分布図をこの C A D ソフトで描写することはないと思うが、それを今回あえて挑戦してみた。この震源分布図を見ると地震を解析研究する時に震源域が一目瞭然である。全方位から 3 D の震源分布を立体的回転動画で見られる作図システムが出来て、我ながらうまく出来たと自画自賛している。これから更にこの震源分布作図システムのデータ入力アップの性能向上を図っていきたい。地震データは気象庁の J M A 震源データを使用させてもらった。この 3 D 震源分布作図システムを構築するにあたり防災研究所技術室の三浦技術員には C A D 04'NOV バージョンアップのサービス提供を、記述記載に関して中尾技術員には適切なアドバイスを、地震予知研究センターの大谷先生には地震の講義をして頂き、いろいろご協力ご教示ありがとうございました。改めて御礼申し上げます。