

第 3 編 參考資料

第 1 回委員会資料

平成17年度 東北における沖合津波（波浪）観測網の構築検討調査

第1回 東北における沖合津波（波浪）観測網の構築検討委員会

日時：平成18年1月 27日（金）15:30～17:00

場所：メルパルクSENDAI 5F 「宮城野」の間

議 事 次 第

1. 開 会		15:30
2. 委員紹介	< 5分 >	～ 15:35
3. 委託者挨拶	< 5分 >	～ 15:40
4. 委員長挨拶	< 5分 >	～ 15:45
5. 議 事		
5.1 委員会構成および今年度の検討項目について		
5.2 概要説明（今回調査の背景および目的）	< 5分 >	～ 15:50
5.3 GPS 波浪計広域配置計画の検討方針について資料説明	< 15分 >	～ 16:05
～ ・ ・ ・ 【討 議】 ～ ・ ・ ・	< 15分 >	～ 16:20
5.4 即時浸水予測システムの構築の検討方針について資料説明	< 10分 >	～ 16:30
～ ・ ・ ・ 【討 議】 ～ ・ ・ ・	< 10分 >	～ 16:40
5.5 即時浸水予測システムの活用方策の検討方針について資料説明	< 5分 >	～ 16:45
～ ・ ・ ・ 【討 議】 ～ ・ ・ ・	< 5分 >	～ 16:50
5.6 GPS 波浪計システム仕様の検討方針について資料説明		
5.7 GPS 波浪計設置方法の検討方針について資料説明	< 10分 >	～ 17:00
～ ・ ・ ・ 【質疑応答】 ～ ・ ・ ・	< 5分 >	～ 17:05
5.8 第2回委員会へ向けて		
6. 閉 会		17:05

配付資料

資料0	議事次第	
資料1	委員会の目的と内容	
資料2	GPS 波浪計広域配置計画の検討	< 討議資料 >
資料3	即時浸水予測システムの構築	< 討議資料 >
資料4	即時浸水予測システムの活用方策の検討	< 討議資料 >
資料5	GPS 波浪計システム仕様の検討	< 報告資料 >
資料6	GPS波浪計設置方法の検討	< 報告資料 >

津波に強い東北の地域づくり検討調査における
第1回 東北における沖合津波（波浪）観測網の構築検討委員会

日時：平成18年1月27日（金）15:30～17:00

場所：メルパルクSENDAI 5F 「宮城野」の間

出席者名簿 （順不同）

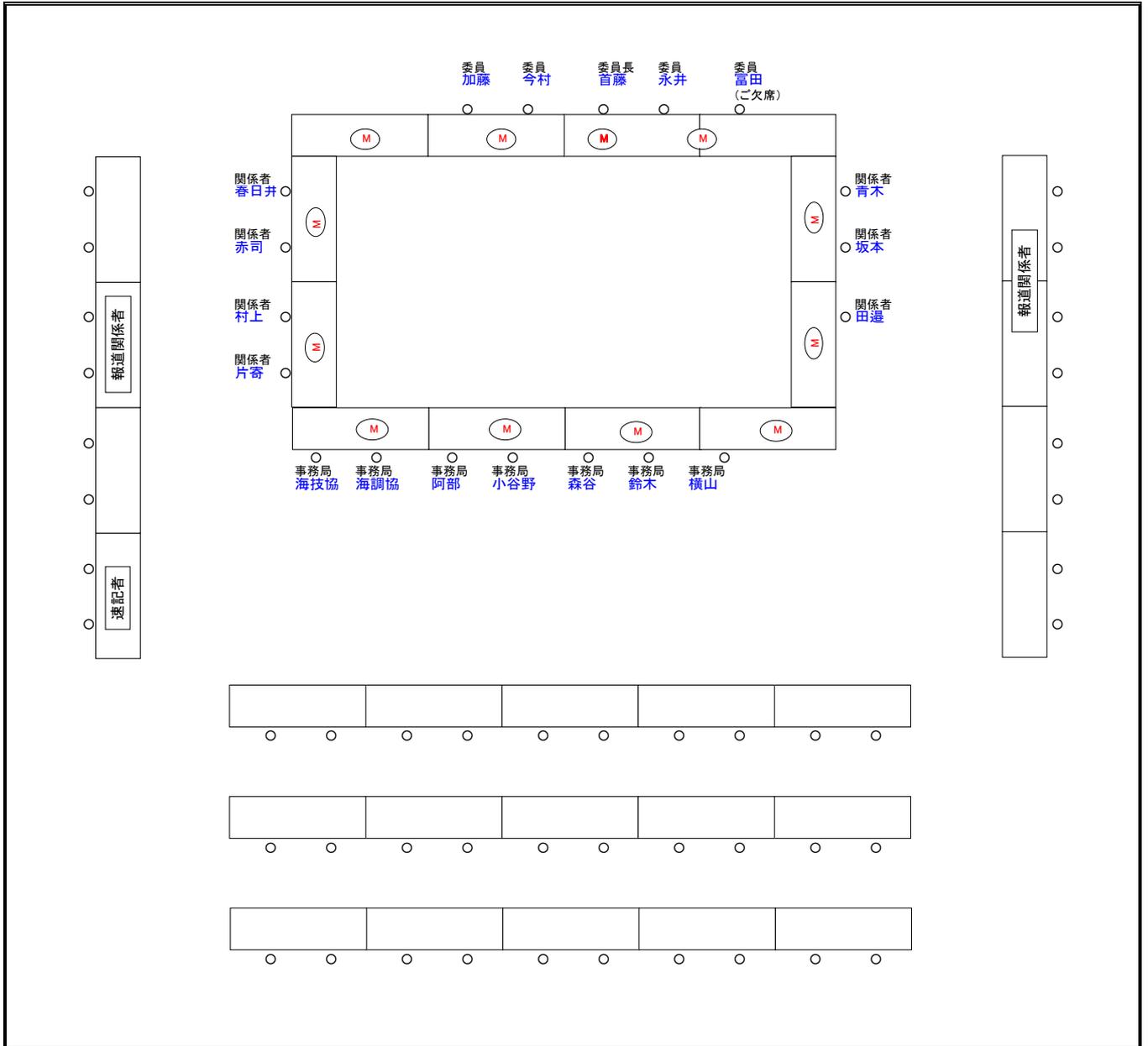
委員長	首藤 伸夫	日本大学 大学院 総合科学研究科 教授
委員	今村 文彦	東北大学 大学院 工学研究科 附属災害制御研究センター 教授
委員	加藤 照之	東京大学 地震研究所地震予知研究推進センター 教授
委員（ご欠席）	富田 孝史	（独）港湾空港技術研究所 津波防災研究センター 主席津波研究官
委員	永井 紀彦	（独）港湾空港技術研究所 海洋・水工部 海象情報研究室長
関係者	春日井 康夫	国土交通省 港湾局環境・技術課 技術企画官
関係者	青木 元	仙台管区気象台 技術部地震情報官
関係者	赤司 淳也	東北地方整備局 港湾空港部長
関係者	坂本 明	東北地方整備局 仙台港湾空港技術調査事務所長

事務局	小谷野 喜二	（財）沿岸技術研究センター 調査部 第一調査部長
事務局	森谷 誠生	（財）沿岸技術研究センター 波浪情報部 業務第二課長
事務局	鈴木 史朗	（財）沿岸技術研究センター 波浪情報部 主任研究員
事務局	横山 文彦	（財）沿岸技術研究センター 調査部 研究員
事務局	阿部 郁男	東北大学 大学院 工学研究科 附属災害制御研究センター 研究員
事務局	村上 明宏	国土交通省 東北地方整備局 港湾空港部 港湾空港環境対策官

平成17年度 第1回 東北における沖合津波(波浪)観測網の構築検討委員会 配席表

日時:平成18年1月27日(金) 15時30分～17時00分

場所:メルパルクSENDAI 5F 「宮城野」の間



論 点

- 1 GPS 波浪計広域配置計画の検討方針
 - 1-1 配置箇所の検討方針，妥当性の検証方針を示す
 - ・データベース構築を前提とした，沖合GPS波浪計配置箇所の検討及び検討に使用する地震断層を定義する事を確認
 - ・GPS波浪計広域配置計画検討の70-を確認 <資料2 図2-6>
- 2 即時浸水予測システムの構築の検討方針
 - 2-1 システム構築の方針を示す
 - ・即時浸水予測システムのシミュレーション条件の確認 <資料3 表3-1>
 - ・即時浸水予測システムの仕様の確認 <資料3 表3-3>
- 3 即時浸水予測システムの活用方策の検討方針
 - 3-1 活用方法の検討方針を示す
 - ・システム活用による地域の津波防災活動のシリア作成70-を確認 <資料4 図4-1>
 - ・即時浸水予測システムの利用マニュアル作成に向けての70-を確認 <資料4 図4-2>
- 4 GPS 波浪計システム仕様の検討方針
 - ・検討方針の報告 <資料5>
- 5 GPS 波浪計設置方法の検討方針
 - ・検討方針の報告 <資料6>
 - ・4と5について質疑応答
- 6 第2回委員会に向けて
 - ・御進言を頂く

平成17年度 東北における沖合津波（波浪）観測網の構築検討調査

第1回 東北における沖合津波（波浪）観測網の構築検討委員会 議事録（H18.1.27 開催）

議事録

項目	議事要旨
<p>委託者 挨拶</p>	<p>赤司港湾空港部長 本委員会は、沖合い津波観測情報を活用した津波減災対策検討委員会と連携を取って進めていくもので、先の委員会がGPS波浪計を活用した情報システムをいかに活用するか、あるいは、そのあるべき姿がどのようなものかについて議論するのに対して、本委員会はそのシステムをどのように構築していけばいいのかということを議論する委員会である。先の委員会が行政的な色彩が強いとすれば、本委員会は技術的な色彩の強い委員会である。</p> <p>東北地方は津波に対して非常に意識が高いので、本委員会での議論の行方というのは非常に注目されている。津波に強い東北の地域づくりを実現できればと考えている。</p>
<p>委員長 挨拶</p>	<p>首藤委員長 本委員会の大前提として、二つのことを確かめながらやっていく。</p> <p>一つの大前提は、観測された値、数値計算された値が、どのような経路でどのような所に流れていくのかということ。津波防災に関心があり、関わりがある人が皆で共有できる様なものになるという大前提がないと困る。例えば、宮城県で津波災害が起きたら30分後には各派出所・交番から情報が集まる。また自衛隊はヘリ等を使い、1時間後には全部情報を集める。そういう情報と、ここで集まった情報をどのように照らし合わせて情報の確かしさを照らし合わせていくのか。そして出来上がったものをどのように必要な諸機関に戻していくのか。そういったルートを先の委員会で作りあげるという大前提で、この委員会を考えたい。</p> <p>もう一つの前提は、こうして出来上がったものを、誰がどのようにして維持管理するかということである。ここでのいろいろなシステムは、今のところ計算機の容量で出来ること出来ないことがあるが、3～4年も経つと計算機も進歩して、かなりバージョンアップできる。その時に全体の観測網システムがきちんと維持管理されていなければ意味を成さない。津波は明日起こるかもしれないし、20年後に起こるかもしれない。その間の維持管理が必要である。</p> <p>この2つの前提の下で我々の委員会を続けて行きたい。両方の委員会に関係している関係者にその構築をお願いしたい。世界で最初のものをつくるので、遺漏のないようにし、万一災害が起きた時に、必ず人命・財産の救援に役立つものをつくりあげ、運営していくことにご協力を賜りたい。</p>

	議事要旨及び指摘事項	対 応
資料 2 について	<p>首藤委員長 気象庁の津波予報の元になっている断層位置の断層モデルと、この調査でやろうとしている図 2 - 1 1 とは、必ずしも同じではない。気象庁の予報と、この委員会でつくるデータベースとの関係は、どういうように考えればよいか。</p> <p>首藤委員長 気象庁の断層を取り入れると計算ケース数が物すごく多くなる。気象庁との平仄を合わせるような計算でデータベースをつくることは、今年度はできない。今年度は 2 - 1 1 のような断層モデルのデータベースをつくり、それと気象庁との間をつなぐ仕事は課題として後へ残す立場で良いか。</p> <p>リアルタイムの計算は、まだ時期的には今すぐというわけにはいれないが、データベースをつくる仕事と気象庁との間をつなぐ仕事のすぐ後ぐらいに将来へ向けてリアルタイムの計算をするシステムをどう組み込んでいくかを考えればいい。ここでどこまでできて、何が問題として次に残るとかを明確にしながら整理する必要がある。</p> <p>首藤委員長 2 - 1 1 の断層について数値計算をし、GPS をどこに置</p>	<p>事務局 浸水予測システムのプロトタイプをつくる予定であり、気象庁の断層も取り入れる予定である。</p> <p>事務局 気象庁のデータベースをすべて再現することは、この期間内ではできない。</p> <p>話を二つに分けて考えると、まず GPS の広域配置計画を考える場合、気象庁のデータベースの震源データはものすごく近海にも無数に散らばっている。それを考えに入れると、各湾の沖合に 1 個ずつ GPS が要するという結論にもなりかねない。</p> <p>まずは大きな地震が起きそうな場所をターゲットに GPS の配置計画を考えるというのが一つである。</p> <p>もう一つの、浸水予測システムをつくる話は、期間の問題から、200モデル程度で大きな傾向をつかみ取る。出てくる情報の幅があると考えられるので、地域の防災行政では「このくらいの幅でいい」となるか、「もっと精度の向上が必要」となるか、意見があると思う。ケースを増やしたらいいのか、どれくらい増やせば何ができるのかまでを検討する予定である。</p> <p>事務局 前者である。観測データに対応して、何倍ぐらいになる、とい</p>

	<p>くかという点を幾つか想定し，その点での出力も出さなければいけないし，沿岸のものも出さなければならぬ．GPSのところでは何かをつかまえたとして，それがモデル計算のものと違っていれば，その比率で沿岸の状況を何倍かするのか，あるいはGPSのところから逆伝搬を使って断層モデルそのものを変えて計算をするのか．</p> <p>首藤委員長 図2-11の断層をまず想定して計算する．それで，計算数が何ケース位になるか．断層はこの位置に一つだけを考えるのか．</p> <p>首藤委員長 多くて30ケース位を計算して，GPSの配置が，どういふのがいいかを決めるのか．</p>	<p>うものを考えている．将来的には，逆伝搬をして波源をリアルタイムに求めて，そこからシミュレーションするものが必要だと考える．</p> <p>5年先に計算機の性能が向上したとしてもパソコンぐらいではできないだろうから，GPS波浪計もそうだが，その計算機を誰が導入して誰が運用していくのかも課題である．</p> <p>事務局 GPSの配置計画を考える際は，20か30ぐらいと考える．</p> <p>事務局 その通りである．</p>
<p>資料3 について</p>	<p>加藤委員 24ページの即時浸水予測システムの図のロジックについて，地震が発生して，まず震源位置，マグニチュード，深さがわかる．そうした場合には，事前に右側のところで津波シミュレーションによって浸水予測データベースが構築されているのであれば，震源位置，マグニチュード，深さを入力すると，その段階である程度断層モデルは限定できると考えられる．</p> <p>加藤委員 GPS波浪計で津波を観測しないとデータベースが絞り込めないのか．リアルタイムで何かやろうとしても随分と遅くなるのではないか．</p>	<p>事務局 限定はできるとは思うが，深さの情報等，精度が足りない情報があると考えている．津波の観測データから検索するイメージである．</p> <p>事務局 時間の経過とともに入ってくる情報の流れをイメージしている．</p>

一つ問題なのは、震源位置、マグニチュード、深さを入力して、そこからGPS波浪計で何か動きが見えたというところに行く矢印というのは、何なのか。

加藤委員 GPS波浪計が何点があればある程度可能だろうが、1点で例えば振幅がある時刻に10センチ見えたというデータベースを絞り込むということが果たして可能か。断層モデルの中で非常に重要なパラメータとして「すべり量」がはっきりわからないと、波高だけからはデータベースが絞り込めないと思う。

首藤委員長 24ページの図3-1の流れは、中央防災会議の言っている断層モデルだけを考えているのではなくて、将来的に気象庁のものと結合した後での話か。

首藤委員長 話を分けて考えなければいけないのは、こういうシステムを構築するときの例として中央防災会議の断層があったときにどんな津波が起きるかという例題をやってみて、その結果うまく修正できるようなGPSの場所を探すための例として使う。ところが、一度出来上がってしまったら、本当は気象庁のものと平仄を合わせるために気象庁のようないやり方の断層モデルをいっぱい

事務局 すべり量もいろいろ変えてシミュレーションし、実際の観測データとそのデータを対応させる。マグニチュードが同じかどうかは議論が必要だが、すべり量を例えば10メートル、8メートル、6メートルと、同じ震源位置で、パターンを用意すると、恐らくGPS観測点での波高は若干違ってくると考える。その際にどれを選択するのかというときに観測点のデータを使うイメージである。

事務局 その通りである。

置いたもので計算をしてデータベースをつくらなければならない。だから、それができた後でこれになる。断層の幅とか長さはある程度気象庁モデルで決まっているから、マグニチュードが決まれば、断層のサイズが決まる。それですべり量は自動的に決まってくるというようなシステムになると思う。テストとしてやるのと現実の運用としてやるのとの話をきちんと分けないと話が混乱する。

赤司港湾空港部長 12ページの図で、既存のシステムで波高とか到達時刻についてある程度推定できるが、さらにGPS波浪計のデータを取り入れることによって波高あるいは到達時刻についても情報が高度化する概念と理解した。浸水範囲までわかればそれにこしたことはないが、その浸水の話に行く前に、波高だとか到達時刻についてGPS波浪計のデータを取り入れることによる効果というのはどういうものなのか、どれぐらいあるのか。

今村委員 もし今GPS波浪計でとられるとすれば、例えば今気象庁が県単位で出している津波の高さ、到達時間、特に津波の高さの方が重要になるかと思うが、それを修正することはできる。沿岸部で今観測されたものと気象庁であらかじめデータベースで得られているものの比を考え、その比を予測値に掛ければ修正はできる。ただし、県単位の津波の

高さ情報が実際の担当の方にとって十分かどうかという事もある。ステップとして、GPS波浪計のデータによって修正はできる。

首藤委員長 そのときに、この目的から言うと、時間は必要ないのではないか。波高だけで浸水域の修正はできると思う。時間を出したって大した負担になるわけではないが、とりあえずの浸水予測に対しては、なくてもいいと考える。

青木地震情報官 浸水予測、波高計算をするのに当たり、共通認識を持つ必要がある事として、波高の予測、つまり津波予報を予報として部外に発表できるのは、今のところ気象業務法では気象庁しかできない。波高予測としては勝手に発表することはできない。そこで浸水予測というものを出していると思う。国で検討委員会として検討していることなので、実際、最終的に情報として部外提供するのは国が行うことになると思う。浸水予測をこの上で波高計算するわけであるから、気象庁が発表する津波予報との整合性を国の中でとっておく必要がある。もう一つの委員会でどういう経路でどういう情報を出すかということは検討されるが、技術的な津波浸水予測図をつくる上で、念頭に置かないと実際の防災情報として活用できないこともある。

永井委員 前の委員会の議論との整合性として、1番の資料でGPS波浪計をどこに置くかの目安をつけ、もしここにGPS波浪計があるとしたら、こういう浸水予測ができるということを幾つかシミュレーションをやってみようというのがこの話だと理解した。ここで行われたシミュレーションの結果を使って、仮にここにGPS波浪計が置かれたとしたら、GPS波浪計の偏差情報という実測データが出てくるわけである。偏差情報が何センチを超えると、沿岸ではそれがどれくらい増幅されて、どのくらいの偏差が何分後くらいに予測されるかという目安の値の設定、第一報の目安の値の設定とどういうふうにつながっていくのかということに非常に関心がある。シミュレーションの話と情報の連携をとって、偏差情報の波形出力にこの結果を反映するような手だてを一緒に考えたい。

首藤委員長 電子国土ポータルでは情報が流れてくるたびに地図も毎回インターネットでもらってこなければいけないのか。かなり重いデータだろうと思う。情報が飛び交って込み合う時期に浸水域だけでなく地図そのものも毎回引っ張り落とさなければいけないのか。地図そのものはもう落として、そこへ浸水域の情報だけをなるべく軽くして流して合わせるのか。インターネット情報というのは、なるべく情報を軽くする必

事務局 いろいろ対応できるように、シミュレーションのプログラムの中に仕組みはつくってあるので、いろいろなデータはあらかじめ残しておこうと思っている。

理想のシステムと現実を整理すると、今回は、GPS波浪計を配置するものを検討するというのがまず一つの目的。

もう一つの目的は、それを地域で使うときにどういうものが必要なのかというのを検討するということ。そのもう一つの方の課題を探るためにこの浸水予測システムは、波高の情報だけでも市町村は助かるかもしれないし、浸水予測の情報が必要なのかかもしれない。そういったところを宮城県とか岩手県と一緒に考えていきたい。そのたたき台として、ベースとなるシステムと考えている。

事務局 課題として検討する。

	<p>要がある．緊急時に動かすべき情報をなるべく軽くするという事を考えてほしい．</p>	
<p>資料4 について</p>	<p>首藤委員長 委員の中に県とか地方の行政の委員がいないが，どのような集団で担当職員のスキルアップに何が必要かということを検討するのか．</p> <p>今村委員 GPS 波浪計が地域だけではなくて気象庁自体に使っていただくことも書いてもいいのではないか．また，期待もできるのではないか．</p> <p>青木地震情報官 GPS 波浪計のように津波を観測できる，観測点がふえることは大歓迎である．特に，GPS 波浪計の場合は沖合で津波を観測するので，沿岸の観測点より沿岸の地形とか海底の地形とかの影響が少ない．津波の生のデータをとれることで期待している．</p> <p>ただ，これを津波予報に活用するためにはある程度技術開発も必要なので，これは今後検討が必要かと思う．津波予報にも活用して，さらに浸水予測も活用して，できればそれが同じように活用できて，整合性のとれたものを防災情報として地域の皆さんに提供できたらいいと思う．</p> <p>首藤委員長 「整合性のとれた情報」，これが一番である．混乱のなかで妙な情報が飛び回るといのは大変困る．この委員会の大前提として，関連機関がみんな情報を共有で</p>	<p>事務局 3 ページで， と ，岩手県における津波防災対策検討調査及び宮城県における津波防災対策検討調査，この枠組みでこの共同作業を実施する．</p>

	<p>きるようなネットワークを，そこにはここから上がる情報だけではなくていろいろなものがあるはずで，それをみんなそこへ集めて共有できる，そういう枠組みを第一の委員会で開拓してつくり上げていただく．現実の問題は，生命を救うということと言うと分，秒を争う．そのさなかに妙な情報が飛び交って，どっちが本当なんだというのでは困る．</p> <p>永井委員 2カ月間でどういう成果を出すかという問題の中で，「利用マニュアルを作成する」とあるが，利用マニュアルを作成するには前提としてシステムができていなければいけない．利用マニュアルをつくるどころまで今年度調査で行うのか．</p> <p>首藤委員長 「利用マニュアルを作成する」ではなくて「利用マニュアルの必要事項を検討する」に修正する．</p>	<p>事務局 利用マニュアルというよりは課題の整理である．「この情報を理解するためには，こういうふうなコンテンツが必要です」というまとめする．</p>
<p>資料5， 6 について</p>	<p>首藤委員長 耐用年数はどのぐらいか．</p> <p>加藤委員 逆に耐用年数を与えられて，それに対応する設計をする．ブイの錆とか，あるいは係留系の磨耗である．5年と言われれば5年に耐えるものをつくるし，10年と言われればそれに対応するものをつくる．ただ，100年，200年というのは無理と考える．数年から10年がいいところとは思う．</p> <p>首藤委員長 例えば5年を目指すのと10年を目指すので単価がかなり違うのか．つまり，5年目指して1</p>	<p>事務局 経済性を考えまると，できるだけ長く，考えている．</p> <p>事務局 今の段階では，10年を設定としている．引き上げたりすると大変であるので，そういう設定で今</p>

	<p>回かえて10年カバーするのと1基で10年カバーするのと、どちらが安いかな。</p> <p>永井委員 GPS波浪計によって観測された情報をデータセンターで有効に解析するために、ブイの波浪周波数応答特性、これはブイの設置水深、それに伴う係留法、ブイの諸元によって変わるが、例えばヒービングに関しては、周期何秒以上は完全に応答するけれども、こういう周期よりも短いところについては独特の応答特性があり、その応答特性を考慮した上で波高何メートルという演算を行う必要が出てくる。ブイを設計設置する際に必ずブイの周波数応答特性について明らかにし、その情報をデータセンターに届けるプロセスが必要になる。</p> <p>首藤委員長 波浪計として使う場合にはそうであるが、それをうまく入れないと、後で数値フィルターをかけて津波を抽出するときに効いてくるか。</p> <p>永井委員 津波のような非常に周期の長いところについてはヒービングに対しては100%応答と考えていいと思う。常日ごろから人々がそのデータを目にしていじめていざというときに役に立つので、日常からきちんとした波浪情報を発信することがこのシステムの大前提である。</p> <p>首藤委員長 データがいつもとれていれば生きている確証にもなり心強い。数値フィルターをかけるときに、</p>	<p>やっている。その辺がどうなるかは、これからの検討課題である。</p>
--	---	---------------------------------------

	<p>数値フィルターで何秒ぐらいまでの振動は落とすのか。</p> <p>永井委員 実際に沿岸部に被害をもたらす津波は、今まで計った範囲では非常に周期の長い津波がほとんどであり、防災という観点からは周期10分以上ぐらいの長い周期の成分を確実にとらえるフィルターがあればいいと考える。一方で、緊急性を要する情報なので、数値フィルターそのものに長い時間をかければよりいいフィルターができるけれども、その分時間が遅れるということになり、余り時間をかけることはできない。現実には今のシステムから考えると±60秒程度の時間内の処理で有効な数値フィルターをつくり、短周期成分をいかに効率的に除去して周期の短い成分が偏差情報として悪さしないような処理をするかということがフィルター設計の基本的な考え方となっている。</p> <p>首藤委員長 津波と高潮の同時発生がある。津波でどのぐらい、そこへどのぐらいの高波が来る。今後、こういう情報は場合によっては非常に重要になるかもしれない。その分離がきちんとできて、両方の精度を押さえられるといい。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>	<p style="text-align: right;">以上</p>
--	---	--------------------------------------

H17年度 第1回

東北における沖合津波（波浪）観測網の構築検討委員会

【委員会資料】

平成18年1月27日

（財）沿岸技術研究センター

目 次

資料1	委員会の目的と内容	1 頁
資料2	GPS 波浪計広域配置計画の検討	7 頁
資料3	即時浸水予測システムの構築の検討方針	23 頁
資料4	即時浸水予測システムの活用方策の検討方針	35 頁
資料5	GPS 波浪計システム仕様について	39 頁
資料6	GPS 波浪計設置方法について	43 頁

資料1 委員会の目的と内容

1. 本委員会の位置付けと目的

東北地方整備局では、東北における広域的津波減災施策及び、津波防災行政の検討を目的として、「津波に強い東北の地域づくり検討調査」（平成17年度国土施策創発調査費）を実施している。その一環として、当委員会を含む、2つの委員会からなる検討を行っている。

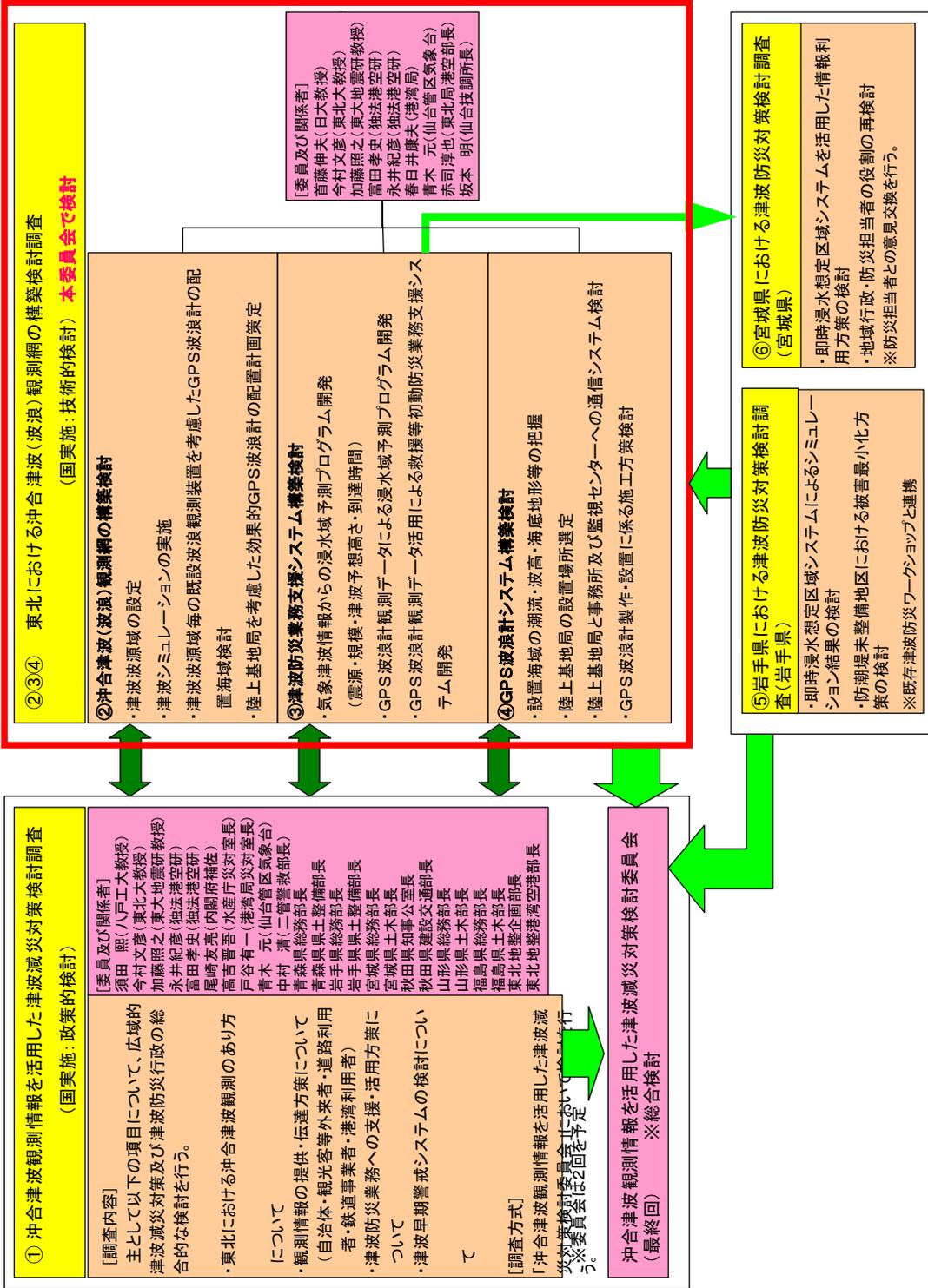
一つ目は、本日、13時より開催された「沖合津波観測情報を活用した津波減災対策検討委員会」であり、ここでは沖合津波・波浪観測網の整備による広域的な津波沖合観測情報に基づく、情報伝達方法、予防避難対策・事後対策等における情報活用方策を検討するものである。

二つ目としては、本委員会であるが、ここでは上記委員会と並立し、技術専門委員会という立場を取り、上記目的を達成するために、技術的な側面からの検討を行う「東北における沖合津波（波浪）観測網の構築検討委員会」である。

具体的には、別途委員会と同様、「津波に強い東北の地域づくり検討調査」の一環として、宮城県、岩手県が実施する「津波防災対策検討調査」と連携し、東北地方における効果的・効率的沖合津波・波浪観測網の構築、及び観測情報を活用した津波防災業務支援システムを構築することを目的としている。

（次項、津波に強い東北の地域づくり検討調査フロー図参照）

津波に強い東北の地域づくり検討調査 調査フロー図



2. 本委員会での検討内容

本委員会での検討内容は以下の通りであるが、
、
は非常に専門的な内容になるため、主に ~ 及び について検討する。

GPS 波浪計広域配置計画の検討

津波波源域の設定

津波シミュレーションの実施

既設波浪観測装置を考慮した GPS 波浪計の配置海域検討

陸上基地局を考慮した効果的な GPS 波浪計の配置計画策定

即時浸水予測システムの構築

気象庁津波情報から浸水域を予測するプログラムの開発

GPS 波浪計観測データにより浸水域を予測するプログラムの開発

即時浸水予測システムの活用方策の検討

GPS 波浪計観測データの活用による救護等初期防災業務支援システム開発

GPS 波浪計システム仕様について

陸上基地局の設置場所

陸上基地局と事務所及び監視センターへの通信システム

GPS 波浪計設置方法について

設置海域の潮流、波高、海底地形等の把握

GPS 波浪計製作・設置に係る施工方策

東北における沖合津波観測網の構築イメージ

システム構築のイメージ、課題の抽出

これらの項目について、本日の第1回委員会及び、3月の第2回委員会で検討する内容を、次ページの図及び以下に示す。

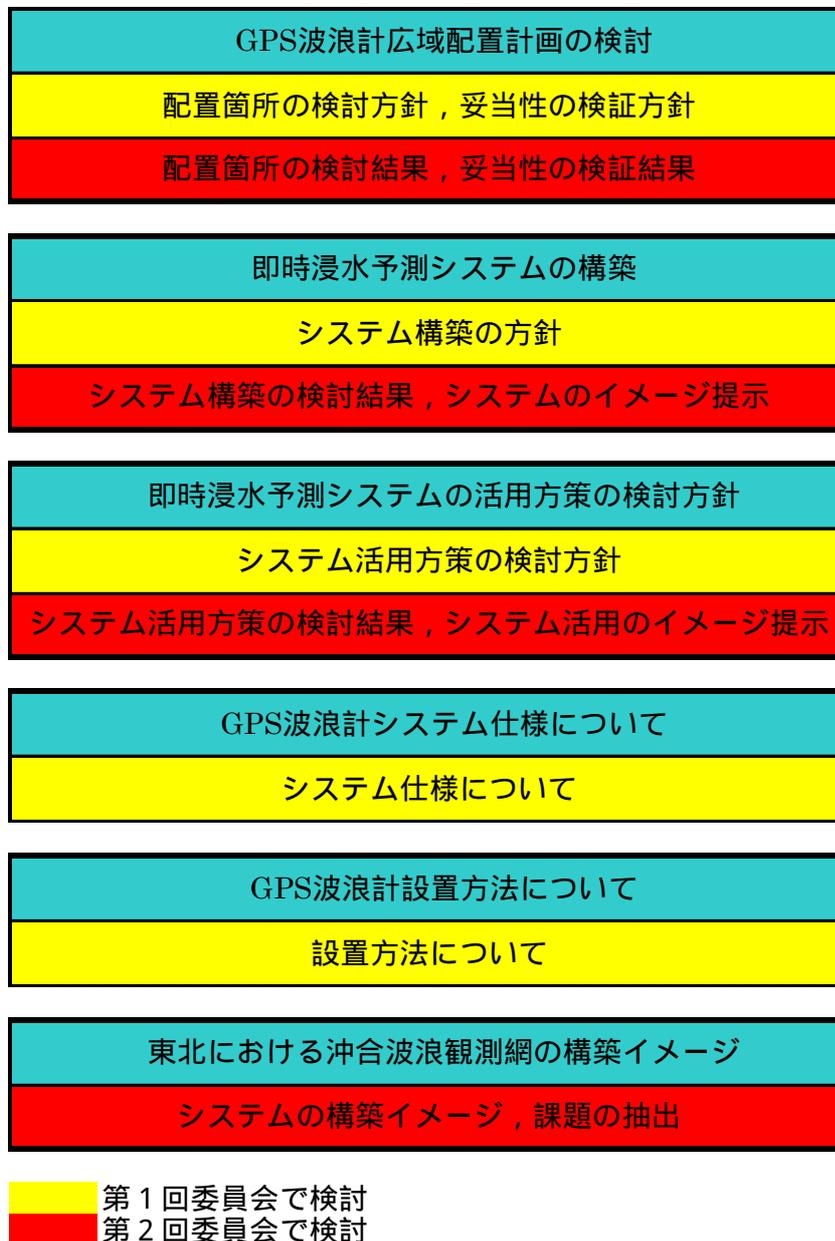


図 2回の委員会における検討内容

第1回（1月27日）

GPS 波浪計広域配置計画の検討方針

配置箇所の検討方針，妥当性の検証方針を示す．

即時浸水予測システムの構築の検討方針

システム構築の方針を示す．

即時浸水予測システムの活用方策の検討方針

活用方法の検討方針を示す．

GPS 波浪計システム仕様について

システム仕様について紹介する．

GPS 波浪計設置方法について

設置方法について紹介する．

第2回（3月）

GPS 波浪計広域配置計画の検討結果

配置箇所の検討結果，妥当性の検証結果を示す．

即時浸水予測システムの構築の検討結果

システム構築の検討結果（予測システムのイメージ）を示す．

即時浸水予測システムの活用方策の検討結果

活用方策の検討結果（予測システム活用のイメージ）を示す．

東北における沖合波浪観測網の構築

システムの構築イメージを示し，今後の課題を抽出する．

資料 2 GPS 波浪計広域配置計画の検討

1. はじめに

この資料では、GPS 波浪計を配置する配置箇所を検討方法および方針を示し、妥当性を確認する。

2. 津波防災情報の課題と GPS 波浪計の活用

2.1. 津波防災情報の現状

現在の気象庁による津波警報システムは、1999 年より運用されている。格子サイズ 2km の地形データを利用し、日本近海に 4,000 箇所地震断層を仮定した津波シミュレーションを実施し、10 万件のデータベースを構築している世界最先端のシステムである。地震発生後に、地震観測により得られた震源データ（位置、マグニチュードおよび震源の深さ）を対象にデータベースが検索され、地震発生後 3 分を目標に津波情報が発表される。津波情報は日本全国を 66 の予報区ごとに「予想される津波の高さ」、および主な地域の津波到達時刻が発表される。地域の津波防災は、これらの情報を拠り所に進められる。



図 2 - 1 津波予報区（気象庁ホームページより）

2.2. 津波防災情報の課題と沖合 GPS 波浪計の役割

我が国の津波防災活動は、世界最先端の津波警報システムにより発表される津波予測情報を拠り所を実施され、沿岸部での潮位観測データを利用して予報の見直しが行われている。

GPS 波浪計は、港湾整備に必要な沖合波浪情報等の海象情報を取得するとともに、沖合で津波による潮位の変化を観測できるため、沿岸部を津波が襲う前に津波の実態を捉え、予報の修正を行うことが可能となり、より安全で確実な減災対策を行うことができるようになる。特に、三陸における津波災害の象徴とも言える 1896 年明治三陸津波のように、地震の揺れから推測されるよりも津波の規模が大きくなる“津波地震”を沿岸到達前に捉え、適切な減災対策の実行や救援救助の初動体制の準備をいち早く行うことに対する効果が期待できる。また、地震以外（火山、土砂突入、海底地滑り、隕石）が原因となる津波に対しても有効性が期待できる。

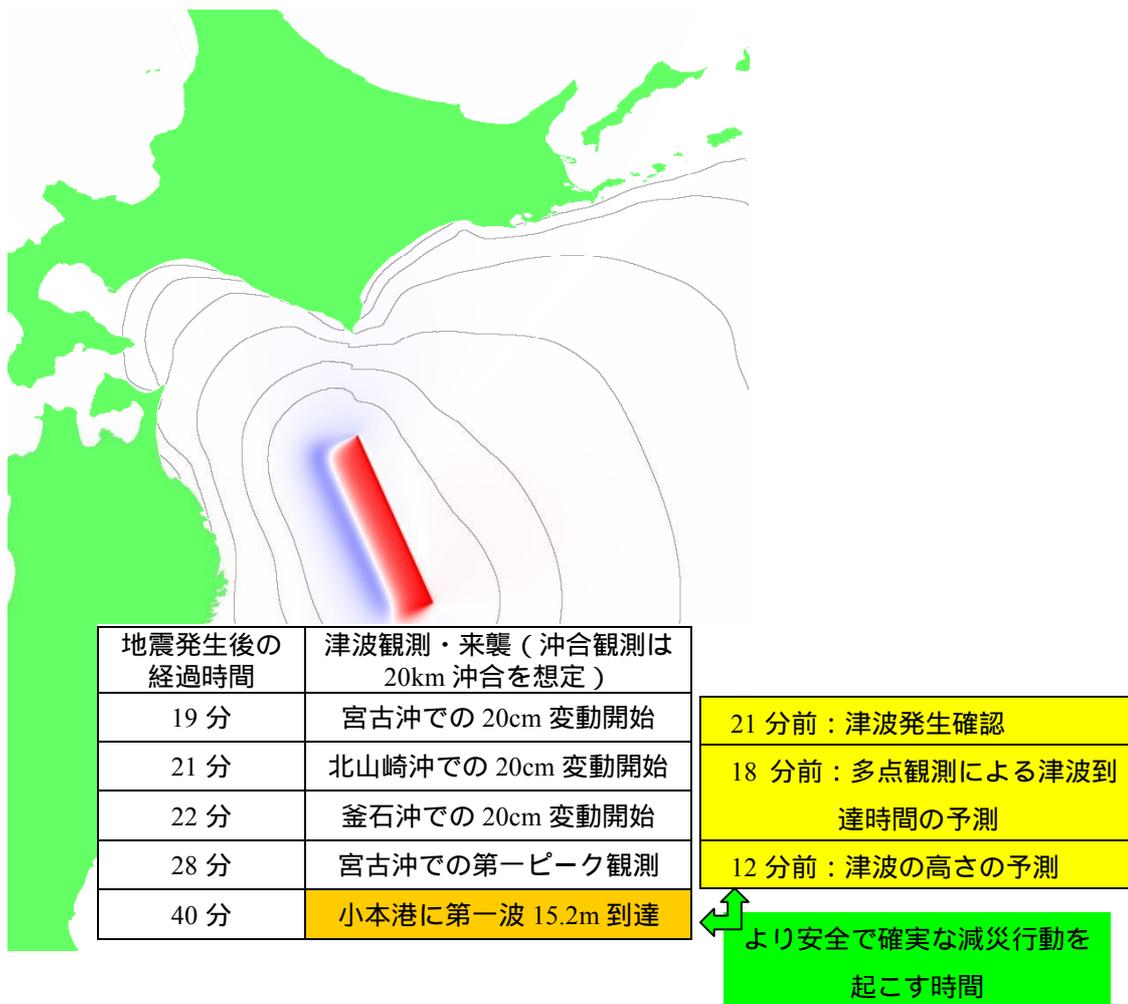
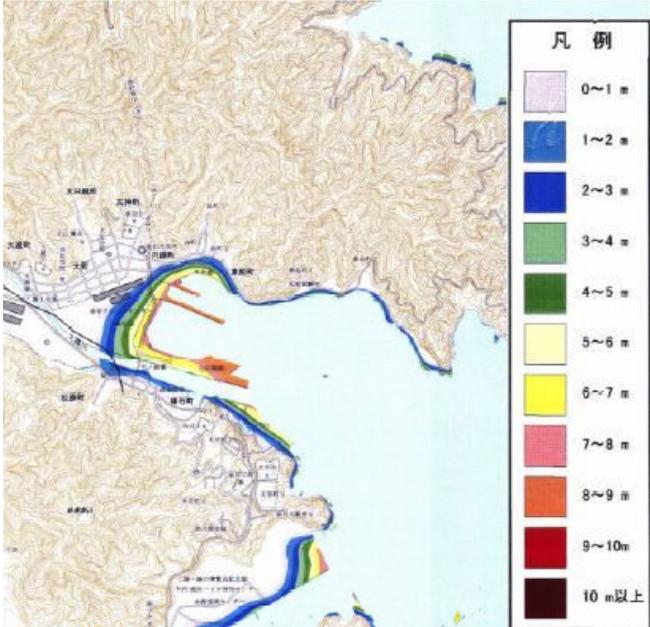


図 2 - 2 明治三陸地震津波の到達時間シミュレーション例

2.3. 沖合 GPS 波浪計による津波の観測と沿岸部の被害予測検討について

気象庁の津波警報システムのほかにも、国土庁（現内閣府）によって津波浸水予測データベースが構築され、運用されてきた。本調査で検討する津波早期警戒システムは、これまでの地震観測データから津波の規模および被害を推定するだけでなく、沖合 GPS 波浪計により観測される津波のデータを利用したシステムである。

表 2 - 1 本調査で検討するシステムの位置付け（その 1）

構築済み	<p>地震観測データと対応した津波波高・到達時間予測データベース（気象庁津波警報システム）</p> <p>津波警報システムと対応した浸水予測データベース</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国土庁（現内閣府）が平成 11 年度整備 ・気象庁津波警報と対応した浸水予測範囲をリアルタイムで表示 ・格子サイズ 100m（平成 15 年度より再構築中） ・構造物評価なし  <p>国土庁の浸水予測システムの画面例 （岩手県津波避難対策検討委員会報告書）</p>
本調査で 検討	<p>津波観測データと対応した浸水予測データベース</p> <p>津波観測データによるリアルタイム津波シミュレーションによる被害予測</p>

より正確な津波予測に基づく安全で確実な減災対策を実行するためには、実際に発生した津波を観測して波源を推定し、リアルタイムに津波シミュレーションを行うことが有効である。しかし、津波シミュレーションには多大な計算時間が必要であり、初動対応に有効な短い時間の中に情報を発信するためには、スーパーコンピュータなどの大型の計算機が必要となる。

本調査では、切迫性が高い宮城県沖地震に備えるためにも、**津波観測データと対応した浸水予測データベースを構築することを考慮した沖合 GPS 波浪計広域配置計画**を作成するとともに、大型計算機によるリアルタイム津波シミュレーションについて、構築および運用における役割分担を検討する。将来的には、リアルタイム津波シミュレーションできる計算環境も備え、リアルタイム津波シミュレーション環境の平常的な利用として、

浸水予測データベース構築
津波ハザードマップの作成
構造物などの被害防止策の効果検証

に用いることで、津波災害に総合的に備えるシステムを構築する必要がある。

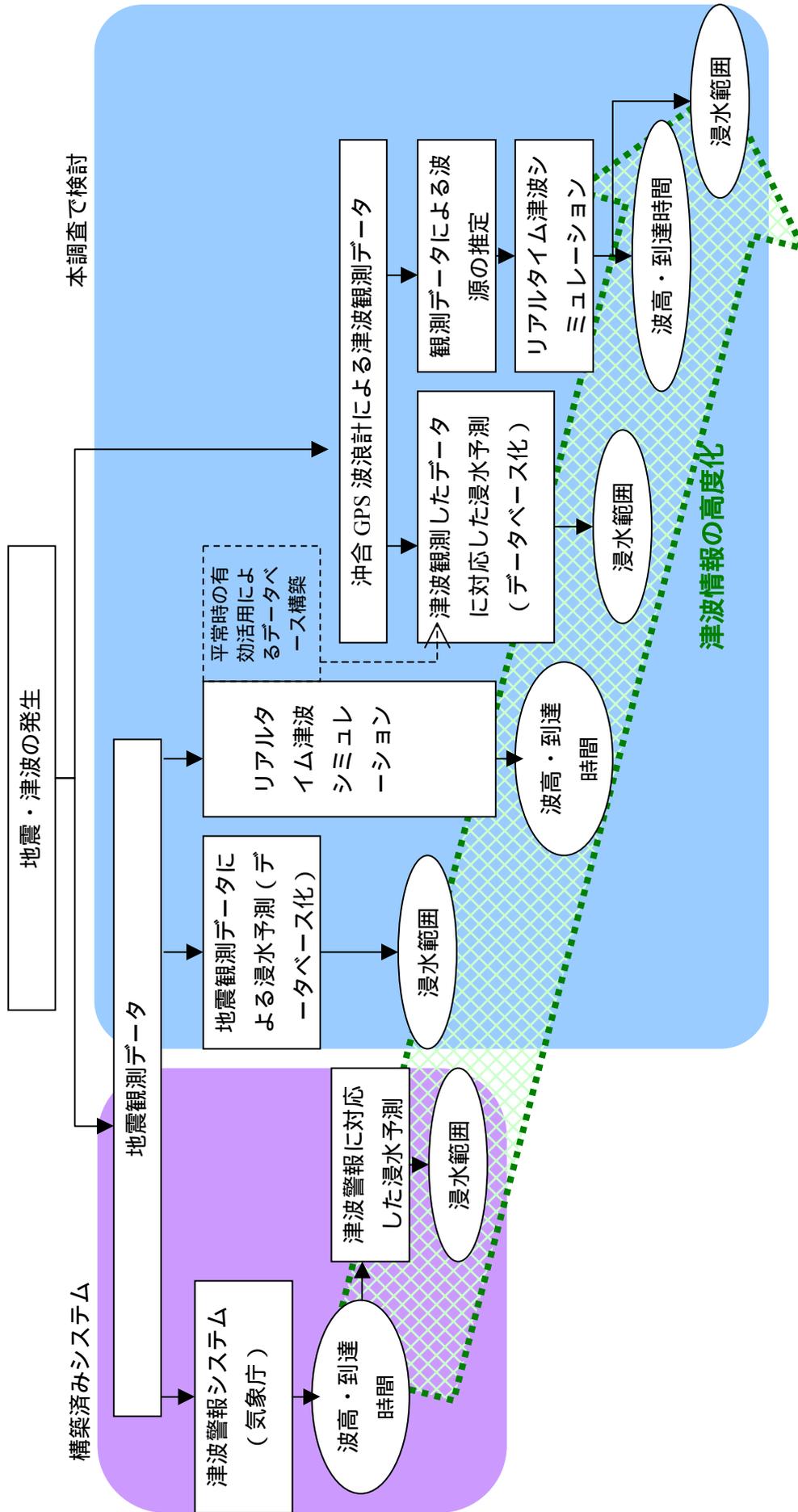


図 2 - 3 本調査で検討するシステムの位置付け (その 2)

表 2 - 2 津波シミュレーションに要する計算時間

計算機(緒言は表 2 - 3 参照)	50m 領域の計算条件(領域は図 2 - 3 参照、150m 領域までは線形計算)		
	線形・遡上なし・波 高のみ	非線形項考慮・遡上計 算・浸水域	非線形項考慮なし・ 遡上計算・浸水域
PC1	42 分 08 秒	4 時間 41 分 20 秒	3 時間 41 分 22 秒
PC2	58 分 02 秒	5 時間 26 分 44 秒	3 時間 52 分 06 秒
WorkStation	55 分 26 秒	-	-
WS-Cluster16	04 分 27 秒	16 分 07 秒	13 分 03 秒
WS-Cluster32	-	08 分 57 秒	-

時間ステップ 0.1 秒、再現時間 1 時間で計算にかかる時間を算出

表 2 - 3 計算機の緒言

	CPU	メモリ	OS	コンパイラ
PC1	Intel Pentium4 3.2GHz HT テクノロジ	768MB	Vine Linux 3.2	G77
PC2	Intel Pentium M770 2.13GHz	1GB	Vine Linux 3.2	G77
WorkStation	SPARC64V 1.3GHz	1GB	Solaris 8	Fujitsu frt
WS-Cluster16	SPARC64V 1.3GHz × 16CPU	1GB × 16	Solaris 8	Fujitsu frt
WS-Cluster32	SPARC64V 1.3GHz × 32CPU	1GB × 32	Solaris 8	Fujitsu frt

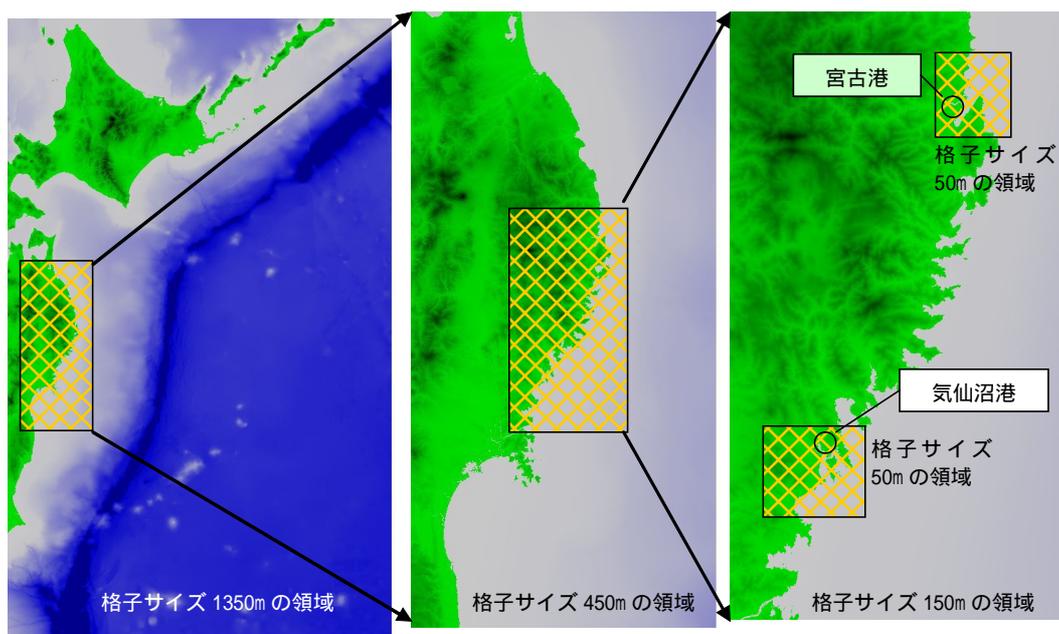


図 2 - 4 計算対象領域

今回の調査対象地という限られた範囲での波高・到達時間の情報であれば、現在、市販されている PC を利用した場合でも実現象の時間よりも短時間で求めることができる。しかし、更なる広域化や遡上計算を実施した場合には、大型計算機または領域を並列処理させて津波シミュレーションを行う技術が必要となる。

本調査に基づく試算では、中央防災会議の地形データ（図 2 - 5）を利用し、青森県八戸市から福島県相馬市に至る海岸線に対し、格子サイズ 50m で 1 時間の津波の挙動を計算した場合、SPARC64V 1.3GHz を 16CPU 搭載した WorkStation Cluster では 43 分で計算を完了することができ、1 時間以内の最大波高や到達時間を求めることができることが明らかとなった。計算機の性能向上や津波シミュレーションの並列化技術も改良によって、今後、リアルタイムでの津波予測が可能になるものと考えられる。

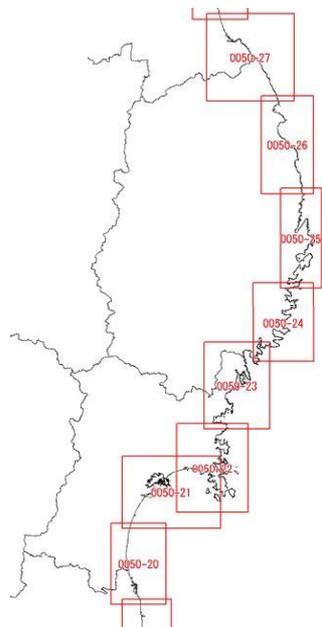


図 2 - 5 中央防災会議の地形データ（八戸～相馬）

3 . GPS 波浪計広域配置計画の検討方法

GPS 波浪計広域配置計画の作成にあたり、沖合波浪情報等の海象情報を取得する目的を踏まえたうえ、GPS 波浪計の特長“沖合で津波を捉える”を津波防災へ活用するために、以下の点にも着目した配置計画を作成する。配置計画の作成にあたり、沿岸部が波源域にかかる地域では、潮位変動開始時刻だけではなく、基準海面より上昇に転じる時間やピークが到達する時間も評価に加える（下記　　）。

沿岸部に津波が来襲する（引きによる潮位変動含む）前に、津波を捉えることができる設置箇所

沿岸部で陸上に津波が被害を与える（基準海面より上昇する）前に、津波を捉えることができる設置箇所

沿岸部に津波が来襲する（引きによる潮位変動含む）前に、即時浸水予測システムにより津波の規模を予測できる（第一波のピークを観測できる）設置場所

沿岸部で陸上に津波が被害を与える（基準海面より上昇する）前に、即時浸水予測システムにより津波の規模を予測できる（第一波のピークを観測できる）設置場所

沿岸部での津波予測精度を向上させることができる設置場所

具体的には、沖合波浪情報等の海象情報の取得を踏まえたうえ、次の手順で GPS 波浪計
広域配置計画の検討を実施する。

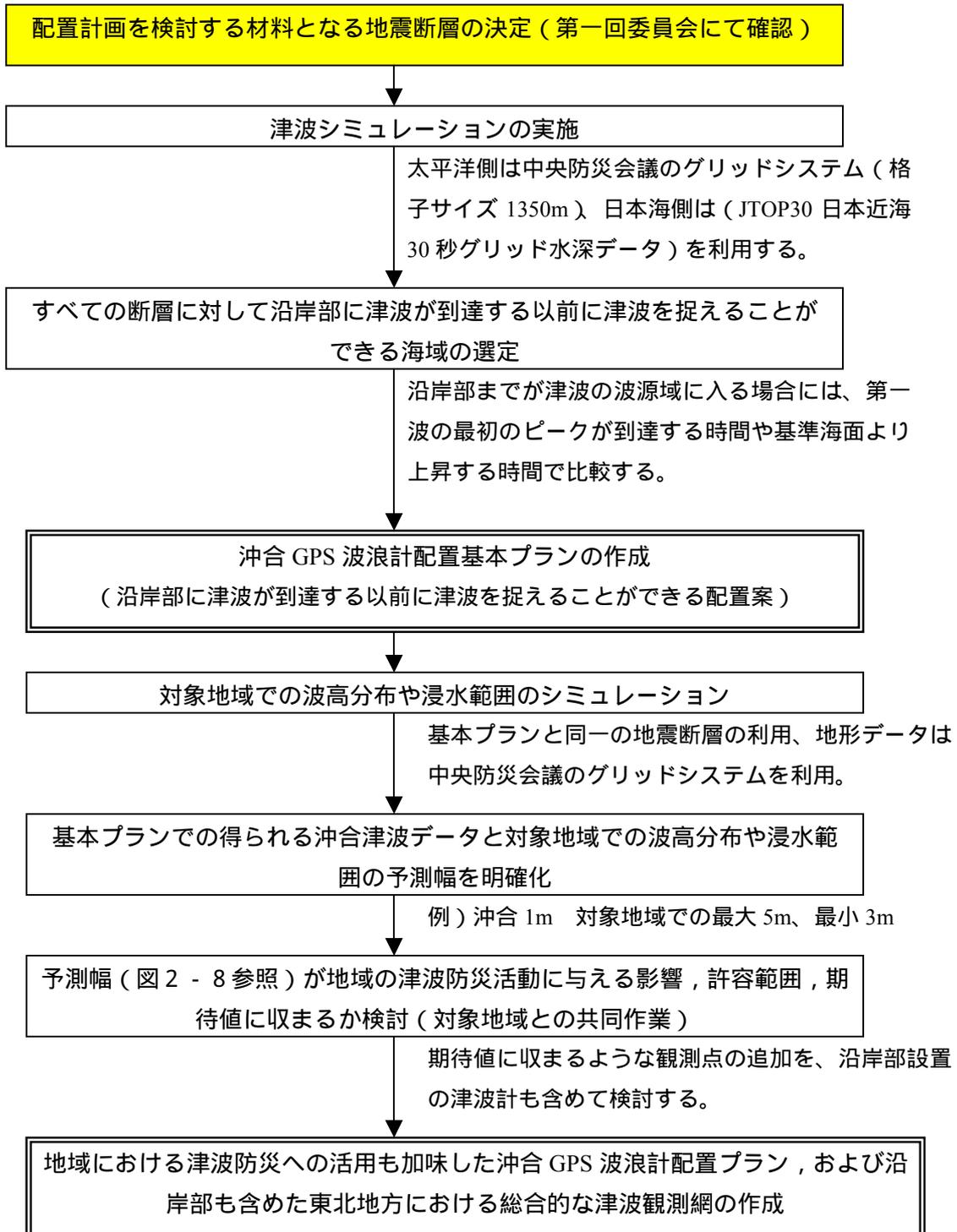


図2-6 GPS 波浪計広域配置計画検討の流れ

第1回委員会にて、上記の検討の流れを確認

太平洋側の計算対象領域は図2 - 4に、日本海側の計算対象領域は図2 - 7に示す。

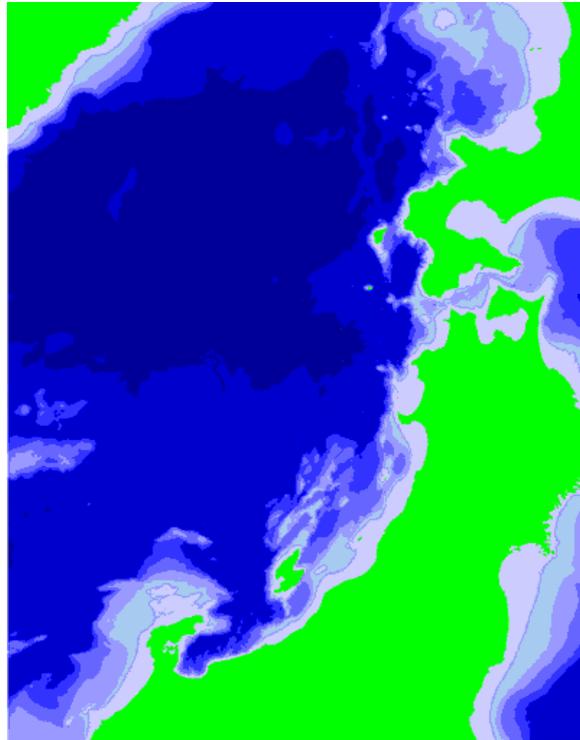


図2 - 7 日本海側の計算対象領域

「予測幅」について

ある観測点で観測される波高が同値でありながら、初期条件の断層および沿岸での津波の高さ、浸水範囲が異なる可能性がある。この予測幅を、地域での津波防災活動で活用できるような範囲に抑えることができるような津波観測網を整備する必要がある。

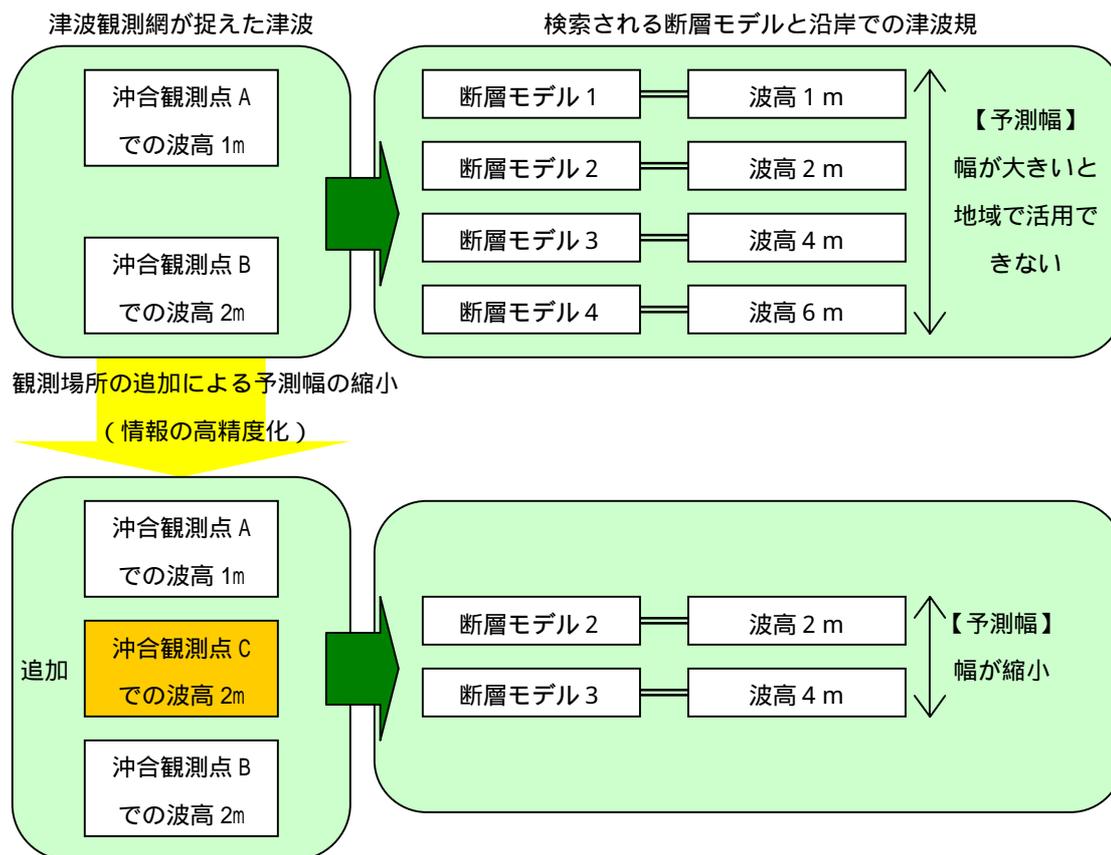


図 2 - 8 予測幅と津波観測データの関係

3.1. 断層モデルの決定

日本海溝沿いのプレート間大地震は 1611 年三陸沖、1677 年房総沖、1896 年三陸沖が知られており、大きな津波を引き起こしている。地震調査研究推進本部の長期評価によれば、これらの地震は同じ場所で繰り返し発生しているとは言いがたいとのことであり、配置計画を検討する際の想定断層は、三陸沖から房総沖の日本海溝沿いに海溝軸に沿って並べて配置する。

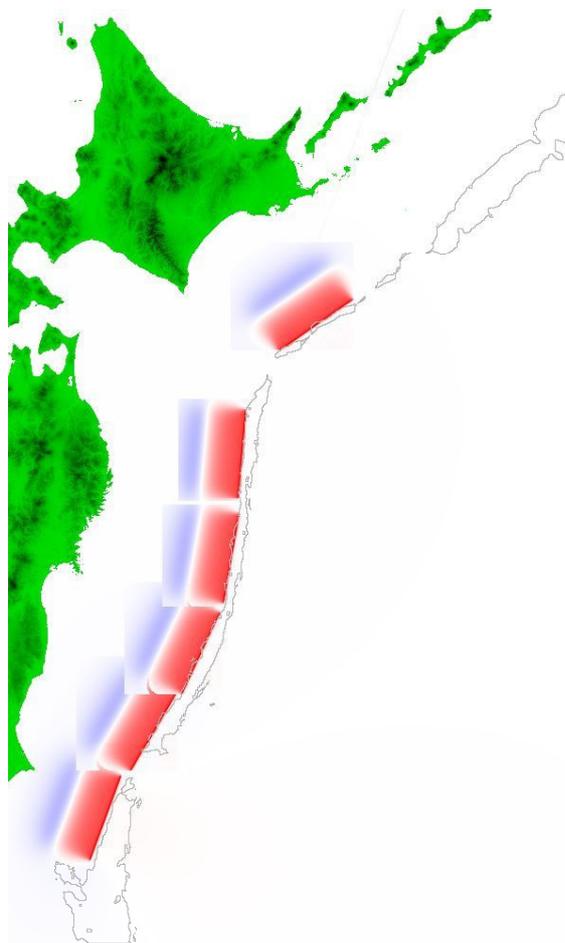


図 2 - 9 日本海溝沿いに M8.0 の地震断層を設定した例

日本海溝沿いに設定する地震断層のサイズは、相似則 $\text{Log } L = 0.5M - 1.9$ および $W / L = 0.5$ から断層長を 130km、断層幅 65km、平均すべり量は $\text{Log } D = 0.5M - 3.2$ から 6.3m と設定する。これらの断層は低角逆断層とし、(社)土木学会 原子力土木委員会 津波評価部会「原子力発電所の津波評価技術」および「日本の地震断層パラメーター・ハンドブック」より傾斜角 20 度、すべり角 90 度とする。ここで L は断層長(km)、 W は断層幅(km)、 M はマグニチュード、 D は平均すべり量(m)とする。

そのほか、平成 16 年度東北地方の港湾における津波対策基礎調査（東北地方整備局）で想定した地震、および中央防災会議で被害想定に使用された津波波源モデルに対しても検討対象とする。

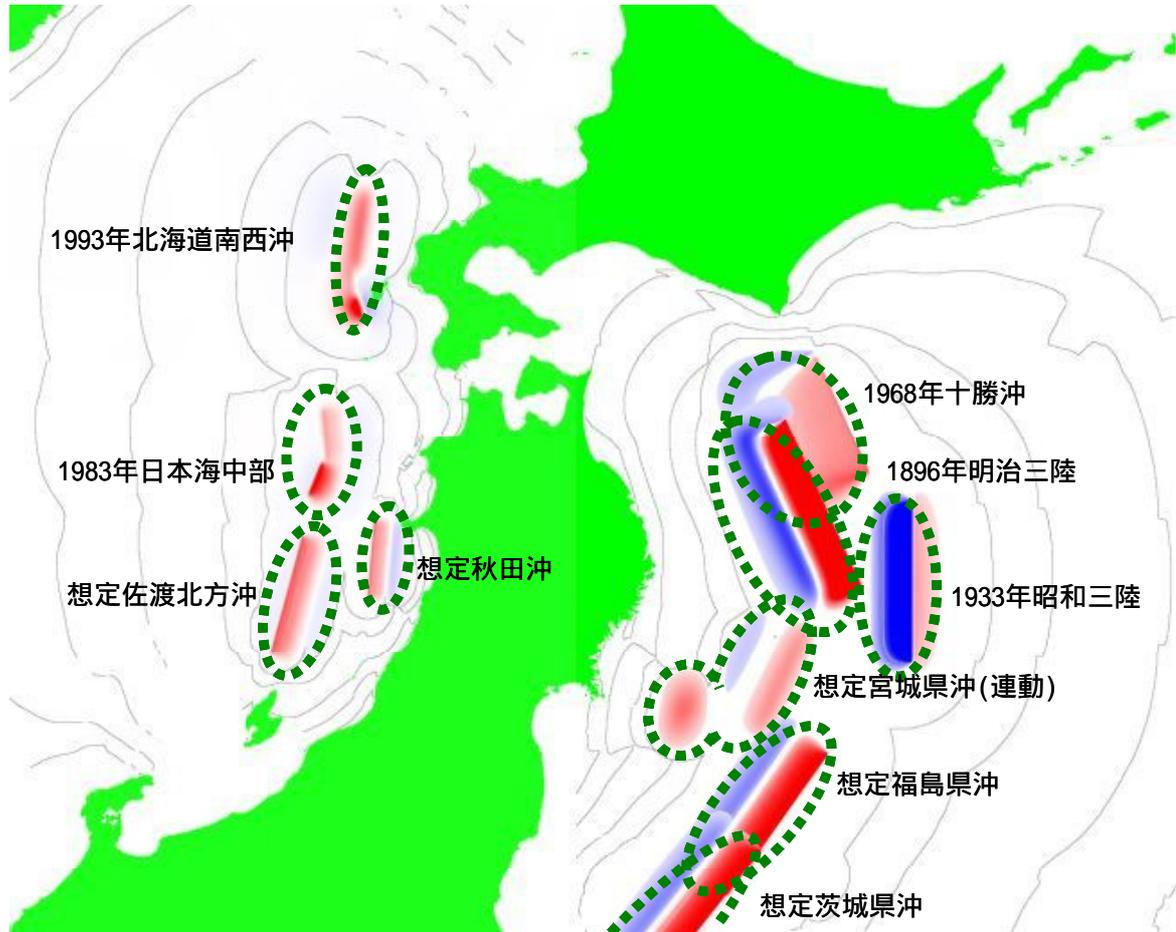


図 2 - 1 0 平成 16 年度東北地方の港湾における津波対策基礎調査（東北地方整備局）で設定した地震断層

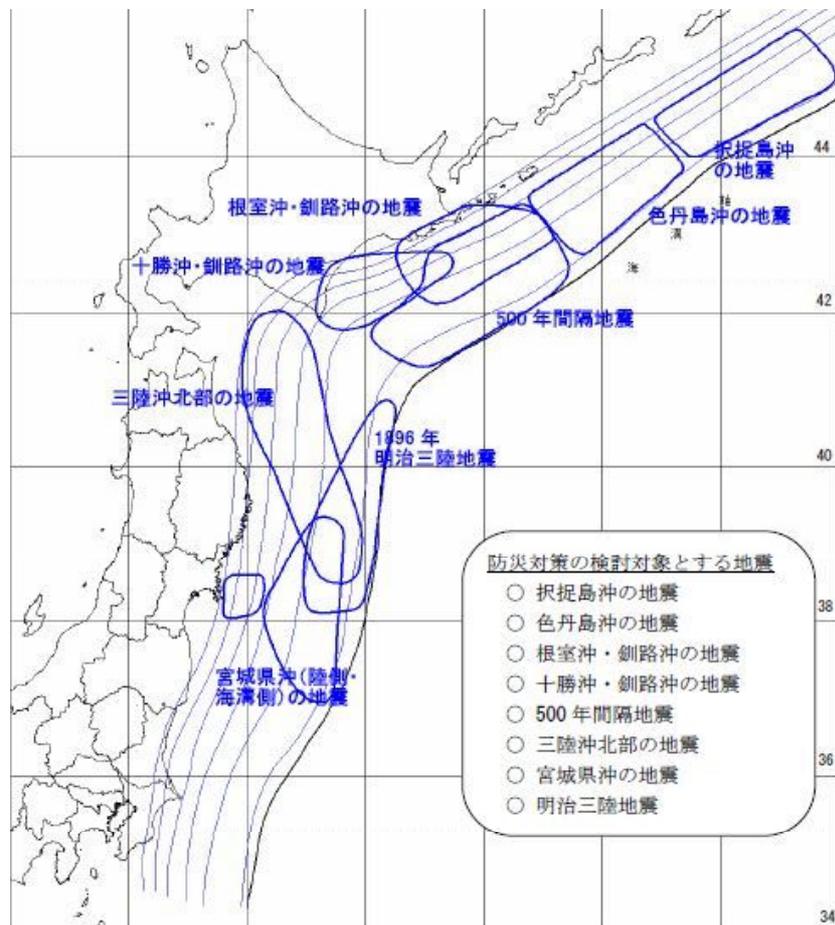


図 2 - 1 1 中央防災会議で設定した地震断層（第 10 回専門調査会資料）

第 1 回委員会にて，上記の断層モデルを設定したシミュレーションでよいことを確認

資料 3

即時浸水予測システムの構築の検討方針

1. 即時浸水予測システムとは

即時津波浸水予測システムとは、津波観測網の配置計画を検討する際に実施する津波シミュレーションの計算結果を、県や市町村が津波防災へ有効活用できるように検索機能を付加した『行政機関および関連機関における防災業務支援システム』である。本業務では、県や市町村での津波防災での活用への課題を抽出するためのプロトタイプシステムを開発する。

即時浸水予測システムは、事前の津波シミュレーションの結果を蓄積したデータベースとして構築する。本委員会では、システムの仕様および事前に実施するシミュレーションの条件についての討議をお願いする。

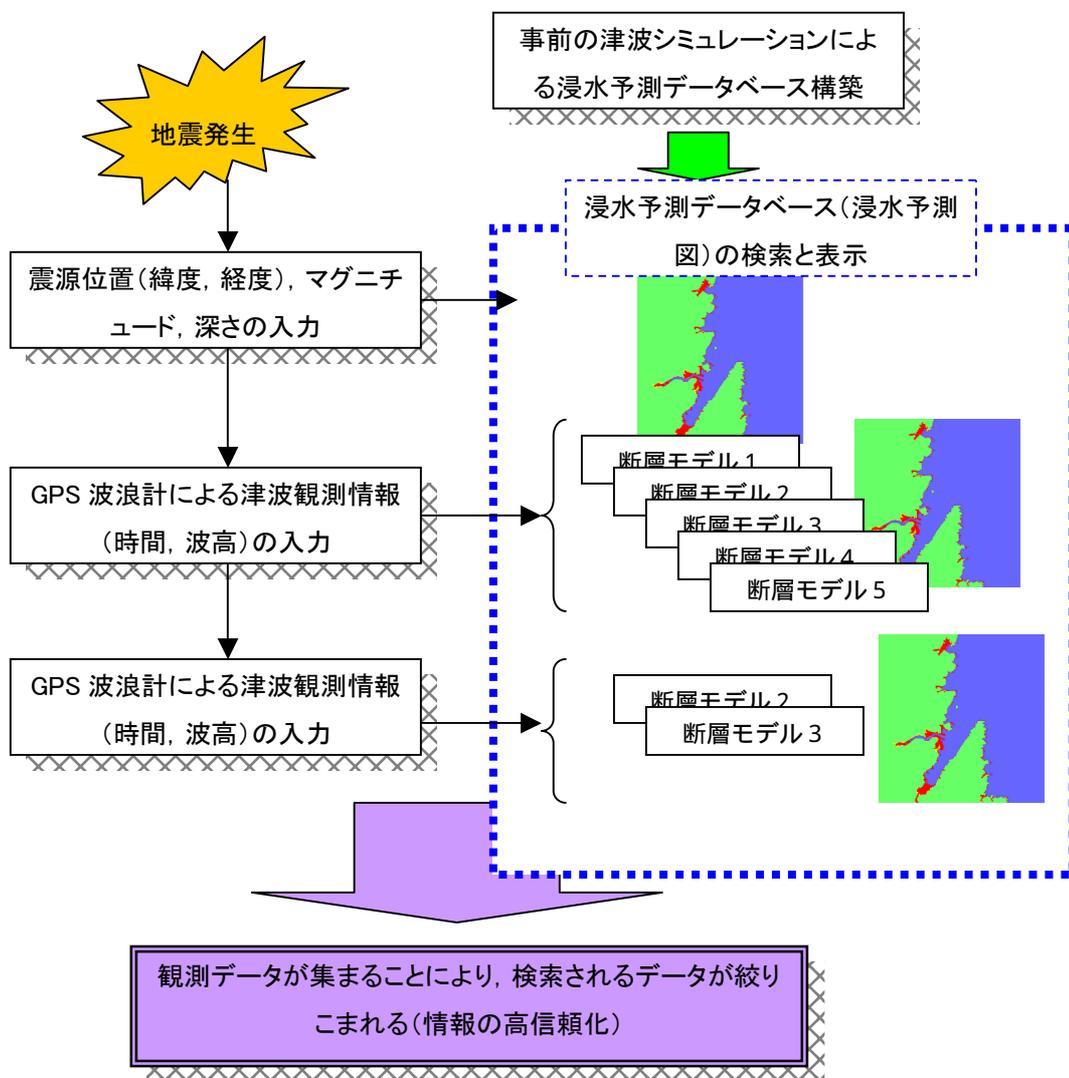


図3 - 1 即時浸水予測システムの概要

2. シミュレーションの条件

第1回委員会にて以下のシミュレーション条件を確認

表3 - 1 即時浸水予測システムのシミュレーション条件

項目	条件
(1) 格子サイズ	最小 50m (気仙沼港および宮古港周辺) 計算対象範囲については中央防災会議のグリッドシステムを利用。 資料2 (図2 - 4) 参照。
(2) 断層位置	資料2 「3.1. 断層モデルの決定」の断層を基準とする。 マグニチュード、深さ、走向を変えた断層を設定する。 200 モデル程度の計算を実施し、沖合 GPS 観測点と沿岸部津波規模の関係についての傾向を掴み取る。
(3) 断層破壊条件	断層破壊速度は考慮しない。破壊完了を時間0として計算する。
(4) 津波防御構造物の評価	中央防災会議の波源モデルの中から近傍および遠方の震源を選択し、これらについてのみあり・なしで計算する。 そのほかのモデルについては、対象地域での津波情報へのニーズを鑑みて、計算手法を一つに絞込み、計算を実施する。
(5) 計算手法	計算負荷を軽減させる観点から、中央防災会議の波源モデルの中から近傍および遠方の震源についてのみ以下の計算を実施する。 完全反射の線形計算による潮位上昇量のみ 非線形項を除去した遡上計算 (格子サイズ 50m 領域のみ) 非線形項まで入れた遡上計算 (格子サイズ 50m 領域のみ実施, 粗度 0.025 で固定) そのほかのモデルについては、対象地域での津波情報へのニーズを鑑みて、計算手法を一つに絞込み、計算を実施する。
(6) 沖合 GPS 波浪計との対応付け	以下のデータを出力して比較する。 潮位変動開始時間 潮位上昇開始時間 第一ピーク時間 第一ピーク波高 第一ピーク継続時間 第一波最大波時間 第一波最大波高 第一波最大波継続時間 時間は秒単位、波高は 0.1m 刻みとする。

詳細説明

（１）格子サイズ

対象領域の設定については最小の格子サイズを 50m に設定する。陸こうや水門などの構造物、自動車やコンテナなどの漂流物、個々の家屋や路地などを表現できる格子サイズを利用してシミュレーションを行うことは可能であるが、詳細な条件設定を行うほど、陸こうや水門の開閉状況、漂流物の位置、個々の家屋の強度など、個々の属性を厳密に定義できなければ信頼性の低い予測データとなり、多大なシミュレーション時間を費やしても満足行く結果が得られないと考えられる。

そこで、本検討では、中央防災会議の被害評価にも利用されている格子サイズ 50m の地形データを用いて津波シミュレーションを実施する。

（２）断層位置

断層位置については、以下の断層を想定し、全体で 200 モデル程度を計算して傾向を掴み取ることとする。

日本海溝沿いに設定した M8.0 の地震断層（資料 2 の図 2 - 6）
既往断層
既往断層を基準とし、既往断層の周辺海域に同程度の断層を想定
中央防災会議の想定波源モデル
気象庁の津波警報システムに対応する断層（気象庁との調整要）

既往断層については、地震パラメータハンドブックを参考に津波シミュレーションを実施し、マグニチュードだけではなく、深さや走向を変えたケースを検証する。深さについては、プレート境界および過去の津波再現モデルの研究例、2005 年 8 月 16 日および 11 月 15 日に発生した地震時の初期情報の精度を鑑みて設定する。走向はプレート境界線に沿わせることを基準とし、過去の津波再現モデルの研究例を鑑みて幅を設定する。但し、破壊領域がプレートを跨らないように留意して設定する。

（３）断層破壊条件

厳密なシミュレーションを実施する場合には、地形などのデータの精度だけではなく、地震断層の破壊伝播時間や海底面の隆起にかかる時間の影響についても個々に評価する必要があるが、事前に断層パラメータの設定を想定したデータベースを構築するという点（ほかの条件の精度レベルとの整合性）から考えても、海底面の変異完了を時間 0 とした津波シミュレーションの実施で十分であると考えられる。

傾斜角、すべり角については、過去の津波再現モデルの研究例を参考に設定し、すべり量についても過去の津波再現モデルの研究例および相似則から条件を設定する。

（４）津波防御構造物の評価

中央防災会議の波源モデルの中から近傍および遠方の震源を選択し、これらについてののみあり・なしで計算する。計算結果については、対象地域での津波情報へのニーズを鑑みて、計算手法を一つに絞込み、そのほかの断層モデルについても計算を実施する。

（５）計算手法

地域の津波防災活動へ役立てるための情報として、どのような精度の情報を提供すべきかを即時浸水予測システム活用方策検討で実施する。そのために、対象地域に大きな影響を与える既往地震または想定地震に対して、計算条件や計算手法を変えた津波シミュレーションを実施し、出すことができる情報の幅を提示することで、『地域での津波防災活動に活用できる情報』を計算できる手法について対象地域と共同作業により検討する。変更する条件および検討するポイントは以下の通りである。

完全反射線形計算による潮位上昇量のみの提示
 非線形項を除去した遡上計算を実施し、浸水範囲を提示
 非線形項まで入れた遡上計算を実施し、浸水範囲を提示（粗度 0.025 で固定）

非線形項を入れた津波シミュレーションは、被害想定などで利用されているが、計算負荷が大きいため 1 モデルあたりの計算に最も時間がかかるために、同じ時間内で検討できるケース数は少なくなる。完全反射による線形計算は、その計算負荷が最も低く、より広範囲で多くのモデルを対象とすることができる。

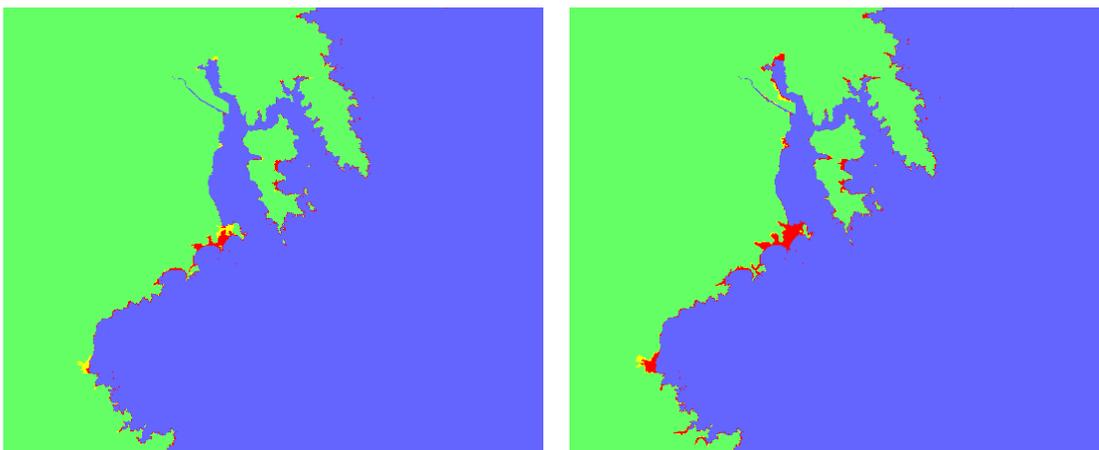


図 3 - 2 計算手法による予測結果の相違例

（ 非線形項考慮、非線形項考慮せず ）

赤：浸水深 1 m 以上の地域、黄色：浸水深さ 1 m 未満の地域

一般的には非線形項を考慮しないほうが被害は大きく出る

(6) 沖合 GPS 波浪計設置場所のシミュレーション結果との対応付け

沖合 GPS 波浪計設置場所と、沿岸部の津波波高または浸水範囲の対応付けを行うデータとして以下のデータを出力する。

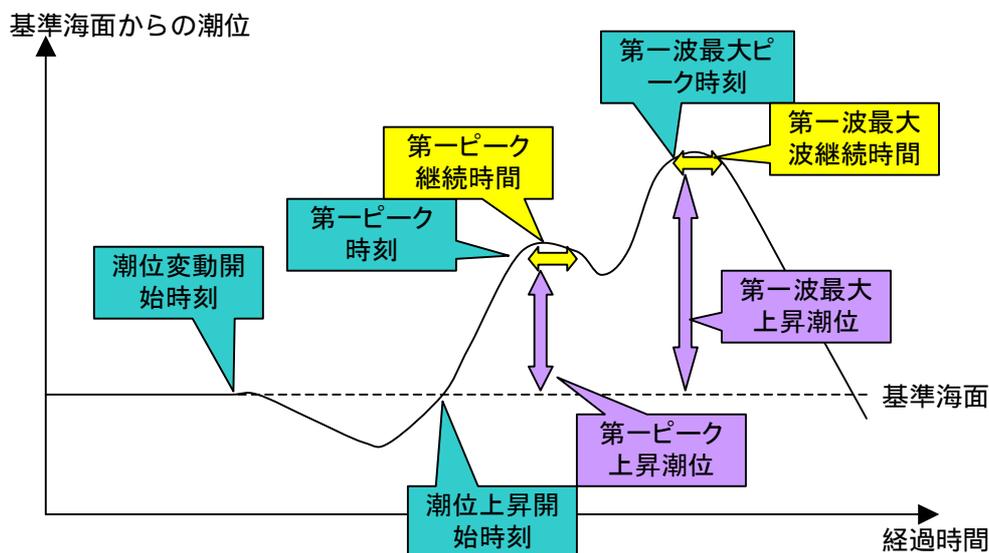


図 3 - 3 計算結果の出力内容

時刻は秒単位、潮位は 0.1m 刻みで計算結果を出力する。また、宮城県沖地震連動型などのような複数の断層が連動する場合に、観測点と断層との位置関係によっては、二段階で潮位上昇が予測されるケースもあることが判明したため、津波被害の予測が過小評価とならないように第一ピークと第一波最大の計算結果を出力する。

GPS 設置候補箇所における津波観測データ（津波シミュレーション結果）と、対象地域での波高分布の違いは以下のように整理する。

表 3 - 2 データ整理のイメージ

断層ケース	潮位変動 開始時刻	潮位上昇 開始時刻	第一ピー ク上昇潮 位	大谷海岸での最大潮位 分布		
				最低値	最高値	
モデル 1	2367 秒	2678 秒	0.6m	...	1.8m	2.4m
モデル 2	2109 秒	2365 秒	1.8m	...	2.2m	3.6m
モデル 3	1828 秒	2092 秒	2.3m	...	3.5m	4.9m
モデル 4	1987 秒	2108 秒	1.6m	...	2.2m	3.6m
モデル 5	2093 秒	2202 秒	0.8m	...	1.1m	2.2m