

# 中、日、苏、美地震预报研究 计 划 与 现 状

国家地震局情报资料室编印

一九八三年六月 北京

# 对中国地震预报现状及其发展的一些认识\*

罗灼礼、朱凤鸣、马宗晋、高旭、郭增建、马杏垣

关于大陆地震的特征及其预报的许多问题、在前几天的报告中已作了广泛的讨论，在此我们仅就我国大陆地震预报研究的现状和今后发展趋势谈谈我们的一些认识。

我国地震预报研究，自1966年大力开展以来，通过十六年的观测、研究，已经有了可喜的进展。取得了数十次有价值的、重现性较好的震前异常资料；积累了不少地震预报方面的知识、经验和教训；对我国大陆地震活动的特点及其前兆异常现象有了进一步的认识，同时也遇到了一些复杂的值得深入研究的问题。

（一）、众所周知，我国大陆地震活动具有强、广、浅、长的特点。

所谓强，是指强度大。在我国大陆，历史上发生了一系列8级以上大地震。近二十年来，接连发生了13次7级以上地震，尤其是唐山地震造成了巨大损失。

广，是指分布范围广。不同于板缘地震，大陆地震分布较广、较散。在我国大陆，除少数省、区外，二十六个省、市、自治区都发生过5级以上破坏性地震，有十二个省、市、自治区发生过7级以上地震。

浅，是指震源浅。在我国大陆除东北等少数地区有深源、中源地震外，绝大多数发生在10—30公里的陆壳内。

长，是指复发周期长。除了少数地震带（如四川的鲜水河断裂带）外，大多数地震带强震的重复周期都大于百年，甚至数百年或更长。

正是由于上述前三个特点，使我国成为世界上受地震灾害最严

---

\*马杏垣教授在大陆地震活动和地震预报学术讨论会上，关于“地震预报现状与趋势”专题会上的发言。

重的国家之一。因此，判定和减轻地震危险成为迫切需要研究和解决的问题。也正是由于有这些特点，使在大陆内部开展地震预报研究的复杂性大大增强。由于陆壳内构造复杂，地震活动分布广，周期长，在一个地区进行观测、检验的机会少。为了扩展我们对地震前兆的认识能力，需要广泛的开展监视、研究工作。当然，由于震源浅，在大陆上开展地震预报，可能比板缘地震提供了更有利的观测场地，也可能有更明显的异常信息。

(二)、对于大陆地震前兆异常现象的认识以及我们所遇到的问题。

梅世蓉等人的不少报告中对此已作了详细的论述。归纳起来，以下几点看来是比较重要的。

1. 强震发生前，除少数地震未观测到明显的异常外，大多数有多种前兆异常现象。在各种异常现象中，重现性较好的有：地震活动性图象的变化，地形变（垂直和水平形变）异常，地下水动态及水氡含量异常变化，视电阻率异常以及动物习性异常等宏观异常现象。但是也不是有这些异常就一定会发生地震。

2. 地震及其伴生的各种异常现象，在空间上有其相邻的关系，在时间上有其相随的历史。根据我们的观测，一次强震发生前，一般有两类异常。一是中长期趋势异常，一般具有变化缓慢，持续时间较长的特点。另一类是短、临前兆异常反应，一般是分布不均匀（主要集中分布在活动性断裂带附近），它们变化剧烈，具有突发性特点。在一些强震发生前，短、临异常反应的相对集中区，还有向未来震中方向迁移的特点。这两类异常时空分布的不同特点，可能反映了震源发展过程中不同阶段的某些不同的物理过程。

由于不同构造条件、不同介质结构影响的制约，不同地震的震源过程及其前兆异常特征存在着差异性。因此，深入全面研究大陆内部构造力源、构造条件以及不同类型地震的震源物理过程，这可能是科学地认识大陆地震规律性、寻找带有普遍意义的地震前兆异常和类型鉴别标志的重要途径。

3. 我们一直致力于寻找必震信息（即出现某种异常反应，地震

必然发生)。我们发现了一些重现性较好的、经过一些震例检验过的异常现象，但是对“必震信息”的寻找至今尚无结果。看来，目前的任何一种方法、手段都有自己的局限性。有的对发震地点判断较好（如地震活动性空区），但对发震时间却无能为力；有的对临震判断较好（如水氦含量的突跳），但无法用它去判断发震地点。因此，目前我们对潜在地震的三要素的判断，主要还是建立在综合分析基础上，尽可能把多种手段和方法获得的中长期趋势异常和短临异常反应紧密地结合起来。

4. 在观测、分析、预报中，如何正确识别干扰、正常和异常变化，是我们经常碰到的一个突出的问题。目前我们观测手段还不能直接去观测深处震源的变化。间接的观测，必然带来大量的干扰因素。除了通过避开干扰源，开展辅助观测（如气象因子的观测），利用信息论的方法，去压低干扰，进行数据分析处理外，还没有更有效的办法。要确认某些异常变化是地震前兆，不仅在震前，就是在震后也是非常困难的。因此地震预报问题，首先是干扰识别的问题。地震预报水平提高，是随着对干扰认识的深入而不断提高的。

5. 对于大陆地震三要素的判断，发震地点判断是一个突出的问题。大陆地震同样有成丛发生的特点。据我们观测，在地震活跃时期内，一个地区可能出现多个应力集中区，不止一个地方出现趋势异常或地震活动性空区，但并不是每个这样的地区都会发震。加之上述短临异常空间上大尺度的不均匀分布特点，因此大大增加了地点判断上的复杂性和困难。对于临震及发震时间判断，看来目前还有某些重现性较好的、可以类比的经验；对于震级、强度预报，由于目前预报主要是指对中强以上地震，这样的粗略尺度上的判断，在预防措施没有很大差别，因此目前还不是要求得很严格。

总之，十六年来，我们在广泛的实践基础上，进行边观测，边研究，边预报，对海城、松潘等地震作了一定程度的预报。

但由于发生在不同地区、不同构造部位，不同类型的地震，有各自不同的异常表现形式，尤其是短、临异常反应。有的有前震（如海城地震）；有的无前震（如唐山地震）；有的异常明显、突

出、几起几落、持续时间长（如松潘地震）；有的临震异常出现至发震的时间短。因此，有些地震可能相对容易作出预报，而对于那些无前震、临震现象出现晚又不明显的那类地震，现阶段还难以作出预报的。

因此，我们目前的预报水平还是低的，目前能做出预报的还占少数。从当前的地震预报能力的估价来看，对在台网监测范围内某些地震作出一定程度的预报，即指出粗略的可能发生的震级范围、发震的一些时段，在一定程度上减轻地震所造成的损失，这是可能的。

从长远来看，我们深信孕震规律是可以认识的，地震是能够预报的。我们已经从预报成功的一些震例中得到了一些经验，也从多次失败中增加了对地震预报复杂性的认识。从1966—1976年，我国连续发生13次7级以上地震，我们忙于震情的观测、监视工作，取得大量的资料，而在基础工作和有关地震预报的基础理论研究方面开展得较少，进展较慢。现在我们所面临的艰巨任务是深入研究我们所获得的资料，检验我们的认识，进一步扩展对地震发生、发展规律的认识和地震预报能力，使地震预测预报和预防工作提高到一个新的水平。

（三）、基于地震预报目前的现状和社会对地震部门的要求，今后一个时期内，我们仍将继续坚持“边观测、边预报、边研究”的原则，要“专群结合”，理论联系实际，在广泛观测基础上，重点抓好以下几方面的工作。

1. 在继续开展基础探测和中长期预报的同时，重点加强短临地震前兆的观测研究，尤其是加强对地震测震学指标、地壳形变、地下水动态和水化学等方面的研究。并在已有的丰富的前兆异常数据的基础上，提出更完整的假说，在实践中加以检验，尽量作到定量化。

2. 进一步改善、发展现有的各类观测系统。加强对各种干扰因素的研究。发展精度高、稳定性能好、抗干扰能力强的各类观测仪器，提高对干扰和各类地震前兆的识别能力。

（下转第20页）

# 日本第四个五年地震预报研究计划

## 的成果、评价及其展望

**编者按：**日本由于它所处的自然环境，自古以来曾屡遭大震的袭击，受到极其严重的震害和损失。因此，地震预报被确定为日本国家的重要政策课题。根据日本测地学审议会建议的地震预报计划，各国立大学、气象厅、国土地理院等有关单位正在进行各具有特色的、有计划的综合观测研究。现在实施的第四个五年地震预报计划是从1979年到1983年，今年是此次计划的最后一年。为了很好地制定出第五个地震预报计划，确定战略方针，明确重点和急待研究的课题，日本测地学审议会专门在地震火山部会地震预报特别委员会下设一个工作委员会，从1981年10月开始，整整花了10个月的时间，对第四个五年计划的执行情况、取得的进展和成果、存在并且必须加以重视和研究的课题，作了认真的调查、分析、审议和总结，并对今后的地震预报研究作了设想和展望，指出研究的任务、方向和重点，在此基础上写出了《关于推进地震预报的第四个计划执行情况》的报告。日本测地学审议会于1982年7月30日召开全会，听取并通过了这份报告。报告共四个部分：第一部分为序言，第二部分是制定第四个五年计划时的基本思想，第三部分是第四个五年计划的进展与成果，第四部分是对第四个五年计划执行情况的评价。这里主要摘编第四个五年计划的成果、评价及其对今后地震预报的展望。关于展望，实际上是第五个五年计划的主要内容，也是日本地震预报近期要解决的主要问题。

## 一、第四个五年计划的成果

### 1. 在全国扩大加强对长期预报有效的研究观测

这方面的工作对长期连续性资料的积累有重要意义。例如，明治以来的测量资料、地震活动资料或从长期的历史资料选摘下来的古地震资料等，都是为地震预报研究提供科学依据的基本资料。根据第四个五年计划，通过各单位的努力，在认真积累各种观测资料的同时，也为提高质量作了努力。

在积累以往观测资料的同时，还通过开创和引进新的观测技术，收集了过去无法收集到的资料。今后，通过长期积累资料，将有助于在地震预报研究方面提出新见解，有助于验证已往的假说。

通过以陆地和海洋地震活动活跃地区为中心的大范围地壳构造的调查等等，为获取均匀的全国性资料作了努力，而且还就部分重要地区作了高精度的调查。这些调查可为长期预报提供基本资料。

现将这方面所取得的重要成果分项叙述如下：

①**大地测量** 在精密大地测量网测量方面，最近结束第一回测量，其结果将使人们详细了解日本列岛全区的应力场情况。关于水准测量，目前正在进行明治以来的第7次重复测量。在已经复测的地区，获得了地壳垂直变动情况。关于验潮，基于连续观测资料，已经对确认伊豆半岛异常隆起的开始时期等发挥了作用。

②**地震观测** 由于全国大、中、小地震观测网的健全和资料处理系统的完善，能确定震源参数的地震数目猛增，一年达数千个，同时，震源能迅速确定，精度和速报性也都有了提高。另外，由于微小地震观测网和资料处理、流通系统都趋于完善，已可了解大范围内平时的微震活动状态，并进而对地震发生前空区的形成过程进行追踪研究。以1979年为例，由大学的观测网确定地震源的地震达三万个。应用这些资料可清楚地描绘出地壳到上地幔区间地震活动的三维分布，还可利用地震波详细研究地下构造。此外，由于资料流通系统的完善，已能在包括其周围地区在内的大范围内，以高的精度确定局部性地震活动的位置，并对之进行监视。由此，有关微震的

资料就有可能作为长期预报的资料得到进一步利用；而且，可以说为有关短期预报的各种观测研究提供有效信息的能力也进一步提高了。

③海底观测 过去，对于海底地震，由陆上观测网检测微震的能力低，因此震源确定的精度也不高。由于实行海底地震观测，这方面取得了显著的成果。由设置在御前崎近海的海底地震仪进行的常时观测，已可基本上全都捕捉到东海近海地区2级以上地震。这样，若在海底有发生大震前兆的前震活动，则检测到的可能性也增大了。另外，在日本海沟附近进行海底地震观测的结果，得到了许多新的知识。例如，大陆下的深源地震面一直延续到海沟，一般认为，该面正好是发生海沟巨大地震的断层面。此外，在三陆近海发现从海沟向东延伸达100公里的浅震公布。

④地磁测量 地磁反复测量的结果表明，检测出的长期变化量的地区分布和地震发生有关联。另外，根据断层周围的详细测量结果，发现断层带有地磁场总强度异常存在。根据局部连续观测的结果，在断层正上方，也有地震前异常变化达三个月之久的观测实例。

⑤综合流动观测 根据各地区特点，进行了许多观测研究，从而得以对极微小地震活动和测量、重力变化、地下水温、地球化学等的综合资料进行比较研究。例如，在震群活动迁移和地下水温变化的关系、水库诱发地震活动和大范围地震活动的关系以及详细掌握伊豆半岛地区地壳活动情况等方面取得了成果。

⑥地震波速变化的观测 尽管收集了南关东、东海地区的全部资料，得到该地区7级地震发生等情况，但却没有检测出观测精度大于 $\pm 10\text{ms}$ 的地震波速度变化。这是有关地震波速度变化的重要见解。

⑦地壳活构造的调查 通过应用槽探法对活断层的调查，证实了断层活动的反复性。至今已在六个断层开挖了12处，每次开挖都有新的发现。另外，通过调查海洋地区的地形和地质构造，获得很多有关海底断层、活褶皱的知识，并和陆上地区的调查结果结合，

以同样的精度整理出日本列岛及其周围活构造的资料。

⑧史料地震学的调查 对新收集到的史料进行了切实的分析和出版工作。特别是从安政东海地震的史料中得到了可用于长期预报推算地震具体位置和震级的线索,而且这些地震的详细烈度分布对指定地震防灾对策强化地区发挥了作用。

⑨开创为长期预报服务的新技术 通过利用人造卫星的多普勒观测,进行了孤岛等的定位。另外,在超长基线电波干涉仪(VLBI)的实验观测中,决定迟延时间的精度达到0.2 nano(十亿分之一)秒,使实际效力达到0.1 nano秒有了实现的指望。由此,可以说是向VLBI实际应用于地震预报前进了一步。

## 2. 对短期预报有效的以加强观测地区为中心的集中观测研究

在第四个五年计划中,以短期预报为目的新增加了地下水、地球电磁场的观测,并确认它们存在短期前兆现象。但也有没有观测到前兆现象的例子,其复杂性也逐渐清楚了。在确认为前兆现象中,重要的有如下几项:

①伊豆大岛近海地震 伊豆半岛地区的地壳活动,自1974年伊豆半岛近海6.9级地震以来活跃起来。首先,从水准测量结果发现伊豆半岛东北部,从1975年前后开始出现异常隆起,以此为机会,在该区进行了各种观测。这样,在1978年伊豆大岛近海地震(M7.0)时,发现了几种前兆现象。在这一期间频繁进行了大地测量,为阐明伊豆半岛地壳活动提供了基础资料。这次伊豆大岛近海地震时,应用各种手段取得了若干成果。根据重力变化检测出冷川和川奈崎附近的隆起、稻取的沉降和河津的隆起。体积应变仪从1977年12月起在石廊崎观测到急剧的缩短现象,1978年1月10日转而伸长,之后约4天发生了伊豆大岛近海地震。微震观测发现前震群记录波形的特异性,指出识别前震的可能性和波形分析的重要性。中伊豆自喷泉的氡浓度在地震数日前呈现明显的变化。

②伊豆半岛东方冲地震 1980年6月29日发生了伊豆半岛东方近海地震(6.7级)。在这次地震时,微震观测早期发现了震群活动,在

## 6.7级地震前加强了临时观测。

③其它成果 通过1979年以来多次反复进行的大地测量，了解到御前崎的下沉和横跨骏河湾东西水平距离的缩短正以一定速度发展着。这为监视东海地区提供了重要资料。重力测量结果表明，根据伊豆半岛重力变化和水准测量资料的相关关系等，它有可能作为捕捉局部地壳垂直变动的辅助手段。在地壳变动连续观测中，除原有的坑道伸缩仪和倾斜仪连续观测外，还健全了体积应变仪和钻孔式倾斜仪等组成的观测网，并成功地进行了长距离水管倾斜仪的试验观测。另外，关于利用海啸仪进行海底地壳变动的观测，由于仪器的漂移很小，一年只有数厘米，所以，若海底短期内发生10厘米以上的升降，就可以准确地检测出来，其观测的有效性已得到证明。这些新观测手段的实际应用，是第四个五年计划的成果。由于微震观测网引进集中自动处理方式，这不仅能及时监视地震活动，而且还能通过实时处理检测出地震波形的特性，有可能捕捉到地壳应力场状态的变化，这对短期预报而言是一项成果。通过首都圈及其周围地区高灵敏度的地震观测，已能掌握该区微震活动的状况。这种城市地区深井观测方式的实际应用同属重要成果。现在已完成了关东、东海地区为中心的监视观测网，由此得到该地区短期地震预报有用的资料。在地球电磁场的观测中，在伊豆半岛河津检测出地磁总强度变化、在油壶检测出电阻率变化、在山崎断层检测出自然电位的变化等。随着在御前崎近海设置海底地震仪，使海底和陆地间电位差变化的观测成为可能，并记录到伊豆半岛东方近海地震前的异常现象。最近又开始了地震临震前电磁发射的研究，出现观测到VLF带及ELF带异常电波的例子。这些现象都说明，它们可能成为新的短期预报手段。关于地下水，不仅测量水位变化而且应用成分分析方法，成功地观测到包括小震的若干临震异常现象。在水位变化方面，曾检测到1978年伊豆大岛近海地震等的临震异常水位下降现象。另外，即使是活断层带发生的浅源小震，也可通过详细分析地下水成分，由追踪观测井中某种特殊成分的浓度变化，例如像山崎断层的氟离子那样，检测出临震前兆变化。

④在对短期预报有效的成果中，也有以下一些是与长期预报或基础研究成果互相关连而发展的。例如：精密大地测量是和长期预报研究计划密切相关而发展的。有助于监视伊豆半岛地壳活动的成果，特别是集中的短期反复测量的效果，就是和长期预报的测量成果密切联系起来才清楚地看出的。重力测量也是长期的日常观测结果的积累，提高了短期预报的效果，才作为自1970年以来在伊豆半岛23次以上反复测量的结果，成功地捕捉到隆起现象。另外，在短期预报方面的研究中，也得到有助于长期预报的成果。在重力方面，大力开展通过重力勘探研究地下构造和重力绝对测定等工作，也获得了不少成果。

由于地壳变动连续观测网络化的发展，分析研究了倾斜仪和伸缩仪等大范围长期连续观测资料的可靠性。结果证明这些都和反复的大地测量相辅相成。另外，还为此开始进行资料处理的方法的研究，并从大范围观测网资料分析中发现了地壳变动的迁移。在地球电磁场方面，了解一个地区的电磁学特征，持续进行日常观测，这是掌握短期前兆现象的基础。为此而进行的调查和进一步完善观测体制，正在取得大量成果。例如，通过调查活断层带地壳内的电阻率分布，发现沿断层一带存在低电阻率带，这成为研究断层地下构造的有力手段，同时也有助于选定进行短期前兆现象观测的地点。在以地下水和地下气体为对象的地球化学方法进行的研究成果中，也有与活断层有关的重要成果。在活断层带发现氢气浓度的分布特别高。这也是与长期预报有关的基础资料。由于第四个五年计划的实施，在地球化学的许多项目中研制了自动分析装置，使遥测化成为可能，这将对今后的研究作出很大贡献。

### 3. 推动旨在阐明地震发生机制的研究

①岩石破裂实验 a、在短期预报方面取得以下成果：一、搞清了岩石中断层面的不均匀性和产生前兆性预滑的关系。通过在三轴压力下进行的无伤岩石由微小破裂引起膨胀的实验和各向同性岩石的实验，逐渐清楚了它们复杂情况。二、在主破裂前常发生微小破裂振动（AE）增加的现象。针对这些现象进行多次实验的结果，了解

到较大的主破裂临发生前AE的空区呈炸圈饼型。这个现象和天然地震时出现的前兆现象类似,从而引起人们的注意。结合AE波形的精密分析结果等,不断得到有关大破裂临发生前的新的知识。三、证实了在岩石破裂前有电磁现象发生。这为阐明大震时伴有电磁发射和发光现象等的机制提供了线索。另外,注意到伴随岩石形变破裂释放稀有气体的图象,由此知道有追踪破裂发展状况的可能。b、在基础研究方面的成果有:用单晶应力腐蚀解释破裂的时间依存性;影响破裂强度的间隙水压效应;反复加载下应力记忆效应的测定等。此外,还在海底震源正上方进行的地震观测中应用了岩石破裂实验的成果。

②地壳应力的测定 通过将各地野外测定结果和世界各地测值作比较,明确了解到平均水平应力的深度分布表现出造山带的特点。在主应力的方向上,发现有因活断层存在而产生的影响,并且发现这种影响表现在平均主应力大而剪切应力小的地方。通过测定证实了根据地震发生机制等研究所预料的应力场方位和相对强度。在丹泽和伊豆下田进行测定的结果是,前者水平压缩应力值比后者大,最近发生的地震,也证实了下田应力已被释放这一预料。在测定方法的开创方面,开创了以反复应力法、孔底应变变化法、孔经变化法、水压致裂法等为中心的测定方法,并进行实际测定。这些都是与各地区的特性、测定场所的性质和测定目的等相适应的具有特色的方法。

③通过人工地震调查地壳构造 伊豆半岛的实验结果弄清楚了详细的地壳构造。大仁——汤岛间最为复杂,是四层地震波速度构造。通过该实验所得到的地壳构造与重力分布、地震活动分布及异常隆起的地区是相对应的。另外,在鸠山村——伊豆半岛近海剖面上进行的调查结果,判明陆区地壳厚度大于35公里,而南端四国海盆附近只有十几公里左右。通过地壳构造调查和微小地震观测结果的核对,在各地都搞清了大部分浅源地震集中发生在6公里/秒层这一特征。这对研究地震发生机制是一个重要的基础知识。通过海底地壳构造调查的结果,还搞清了菲律宾海板块正在相模、骏河、南海海沟俯冲。

④试验场 在山崎断层发生四次4级左右的地震。伴随这些地震,发现确有微震活动空区形成、夹着破碎带的基岩相对位移、地下水中氯离子浓度变化、自然电位变化等前兆现象。同时,通过固体潮和面波的观测搞清了破碎带的动态行为特性。这些情况说明,在基础调查作得较好的活断层上,可能以高效率进行短期预报的观测。这一点具有重要意义,它为在这类地区浅震短期预报的实际应用提供了重要依据。在茨城县西南部研究的重点是开创平原地区的观测手段。为了通过深井连续观测水平三分量的应变变化,研制了钻孔式应变仪。在岩井市周围,进行了电阻率考查,发现有第四纪的错动,搞清了乌山—管生沼断层的位置和地震分布相对应关系。

#### 4. 健全地震预报体制

通过完善了资料的收集、处理体制,为提高资料收集效率和实时处理机能进行了努力。具体的重要成果有:

①大、中、小地震观测的分析处理过去需1—2个月,现在在日本东部只需几天即可完成。在日本西部,估计在第四个计划执行中也可望达到这一要求。在验潮资料方面,已有可能监视骏河湾、相模湾地区的大范围地壳变动。

②提高微震活动的检测能力和精度,资料处理的自动化高速化取得了进展,为形成和利用数据库而建立一个系统,并开始使用。

③由于加强了日常监视体制,进行对资料的集中监视,对东海地区来说,现已能基本上无遗漏地计算出包括海域在内的2级以上地震的震源。此外,也加强了其它对短期预报有效的资料的监视体制。

### 三、对日本地震预报研究的展望

#### 1. 长期预报方面

①有关大地测量、地磁测量、地震波速变化测定等方面的项目,主要是通过重复测量积累长期的资料。通过在已有丰富资料的基础上进一步进行积累,不仅对长期预报有帮助,同时,也为推进地震预报的基础研究提供了必不可少的资料,从而起着重要的作用。

因此，从根本上讲，今后尤其需要继续进行定期、反复的测量，而根据对每个项目的重要性的新认识，有必要修改其重复频度和改进测量方法。关于大地测量，今后的课题是通过重新部署测量网和积极引进新技术，以求提高效率。另外，对于支配测量技术精度的气象影响，需要进行基础研究。关于验潮，对长期和短期预报都是重要的，但它受海象、气象的影响大，今后要从定量上阐明其机制。地磁测量虽然在发现地磁场异常和地震活动之间关系方面取得重大成果，但是，重要的课题是从物理学方面阐明它和板块运动、应力场以及地下构造之间的关系。另外，随着观测精度的提高，最好在缩短复测周期的同时，健全全国范围内保持均衡的观测网。关于地震波速变化的观测，应与地壳构造的研究联系起来继续进行。另外，作为检测局部变化的方法，应把开创利用非爆炸振动源的手段也列为重点，并和应用人工爆炸方法同时应用，发挥各自的特点。

②对于地震观测来说，最主要的是布设常时连续观测网，无遗漏地捕捉地震，其资料是地震预报的基础之一。不只求出震源要素，还要保持正确的地震波形资料，从中选取大量有用信息，这在今后将愈来愈重要。大、中、小地震观测网，虽然已经解决了不少课题，但是，在全国范围内布设强震仪、防止随着城市化而带来的地震检测能力的减低以及引进资料处理的高精技术等，将更加必要。为了使微震活动更加紧密地与长期预报结合起来，需要阐明大范围活动中局部活动所反映的应力集中机制，而且要明确从大震到微震各类大小地震所具有的物理意义。此外，也需要进一步加强遥测网的常时观测和流动观测之间的有机结合。另外，为将微震观测网的检测能力维持在一定水平，需要经常注意解决由于开发带来的干扰增大和提高观测技术。东海及首都圈地区微震检测能力的提高，是一个很大成果。但是，对于东京周围的部分地区，还是很不够的。关于这一点，包括观测方法的研究，都应予以加强。

③由于设置了电缆式海底地震仪，发生在东海地区海底的微震的检测能力有了飞跃的提高。对其它重要地区，也有必要设置这类地震仪。另一方面，电缆式海底常时观测因受多种制约很难在更广

范围内铺开，所以，需要更进一步大力应用自浮式海底地震仪进行临时观测。另外，在临时观测中，除进一步改进观测仪器外，还遗留着许多诸如引进资料收集方式、研究资料处理等方法牵涉到观测系统全局的课题。海底各项观测，对于大地震常发生在海底的日本来说，是特别重要的。今后，不仅是地震，而且还需要开创地磁、重力、地壳变动等许多领域的手段，而这是要花更多时间和经费的。因此，应对每个项目都有切实的打算，并给以严密的评价。

④陆上地区的综合流动观测组，在高于常时观测网的能力的高密度局部观测中取得了很大成果。这一成果不仅涉及到长期预报方面，而且涉及到从短期预报到基础研究很广的领域。今后有必要予以充实。

⑤在历史地震史料的收集研究和活动构造的调查研究方面，今后重要的是从长期预报目的出发，设法实现全国普及，并提高研究的质量。关于历史地震，今后有必要从全国性粗略收集史料的阶段向集中地调查地方史料的阶段发展。为此，国家史料和地方史料的研究者的合作是必不可少的。另外，将历史地震史料和根据活断层槽探得到的古地震资料进行核对，也是一个重要课题。关于活断层，应进一步进行槽探，但需要确定选定适当槽探地点的方法。另外，和长期预报联系起来，应以估价它发生地震的可能性及其震级为目标。为此，应根据需要引进地球物理学、地球化学、岩石学等方面的手段并结合进行，这是十分重要的。在大都市周围，有必要对它以及包括平原区潜在断层在内的各种断层进行详细调查，给每一个断层作出综合性评价，从长期预报的角度进行判断。在调查过程中，要注意为将来短期预报进行的观测，选定观测地点和观测项目，尽量进行高效率的调查。要密切注意活断层上的特异点成为短期预报的“穴”的这一见解。同时把阐明这个“穴”的工作也列为重要课题。海底活断层的调查，除了继续为掌握大范围总的趋势进行调查外，还应该在重要地区同时进行地磁、重力测量，也应该大力进行研究深部构造所需的调查。

如上所述，以长期预报为目的的观测研究，是将地震预报的各

种手段进行集中而高效率观测研究的基础，应该分析各个方法，继续加强引进和开创新的技术。另外，由此进行的长期资料的积累，是为地震预报研究提供科学基础必不可少的。

## 2、短期预报方面

在第四个五年计划中，各种对短期预报有效的方法，都在以加强观测地区等为中心进行了观测研究，可以说是在质量和数量上均有很大进展，取得很多成果。

总的来说，显著的成果是确认了伴随伊豆大岛近海地震产生的短期前兆现象，而且还记录到更小地震的临震异常现象。这些观测成果表明了日本地震预报研究是如何由研究短期预报可能性的阶段发展到探索提高短期预报精度的阶段。

通过推进地震预报计划，已经认识到地震预报不能只依赖单一手段而需要综合监视多种现象的重要性。今后需要结合评价在伊豆半岛等处得到的大量珍贵资料，进一步为确立短期预报总体的方法而加强研究。

1980年6月伊豆半岛东方近海地震的震群活动是由微震观测网早期发现的，另外，在少数观测点也观测到地下水等的异常现象。但是，作为高密度观测网的地区却没有综合地捕捉到有助于短期预报的资料。

作为短期预报手段的成果，有许多观测到可能是前兆异常的观测报告。但要达到预报的实际应用，还需要努力收集那些没有观测到前兆现象的事实，进行综合性分析。这是很重要的。地磁、地下水作为短期预报的手段列入计划的时间还不长，下一阶段的重要课题是弄清上述那些短期前兆现象的检测率，高效率地综合多种类手段加以研究。

短期前兆现象多出现于地壳的不连续线上，即构造线或活断层一带。另外，对于远震，也有特定观测点的个别手段记录到前兆现象的例子。由于这种现象，提出了存在所谓地震预报的“穴”的存在。对于短期预报来说，这是重要的成果。对于复杂多样的短期前兆现象，进一步努力阐明其机制是今后的课题。

基于以上总的认识，下面分别介绍对各个项目的展望。

①关于大地测量，为了加强它和以掌握短期前兆现象为目的的各种连续观测的结合，应根据需要使之在重要地区能够监视以月为单位的变化。另外，还需要随之对测量方式和仪器加以改进，对测量精度加以分析研究。做到这一点，才能为短期预报提供基础资料。

②关于重力变化和重力潮汐常数的变化，虽然作为短期预报手段仍应进行下去，但为了提高其效果，应在重力探测、基准重力网测量和重力绝对测定等长期或基础的观测中给它以应有的位置。另外，重力变化的测定，其特点是简便易行，但作为检测地壳变动的辅助手段，应充分了解它和水准测量等资料的关系，这也是重要的。

③地壳变化连续观测中，由体积应变仪和倾斜仪组成的观测网，在加强观测地区和其它地区的短期预报中担负着重要角色。因此，需要努力提高观测精度，结合气象因素进行记录等的改进工作。正如过去多次指出的那样，降雨和气象变化对地壳变动观测记录影响的问题，一直是个需要采取对策的重要课题。关于这一点，除了要使资料处理方法符合目的外，还应进行环境因素记录方法和仪器设置条件的分析研究等工作。地壳变动综合观测线，大部分都在健全过程中。与此相应，也正在引进资料集中记录处理系统，希望它今后能作为综合掌握大范围地壳变化的手段取得成果。

④在地震观测方面，短期预报的重要观测项目是地震遥测网的观测和海底地震仪的常时监视。今后应努力做到，不仅震源位置能够速报，而且对地震波波形等特征能在短时间内读取出来，从而积累起对这些结果所作判断的资料。保持微震观测网的高度检测能力，对长期预报和短期预报都是极其重要的。在观测人工电流引起的电阻率变化时，为获得深部的信息，也有地下通过电流时产生的问题。在自然电位观测时，根本问题是城市区存在干扰源。对此，今后的任务是从根本上改进测定方法和分析方法。

⑤关于临震前电磁波的发射现象，通过进行以阐明这一现象为